ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

NEUVIÈME SÉRIE

ZOOLOGIE

CORBEIL. — IMPRIMERIE CRÉTÉ

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

ZOOLOGIE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE, LA CLASSIFICATION
ET L'HISTOIRE NATURELLE DES ANIMAUX

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE

M. EDMOND PERRIER

NEUVIÈME SÉRIE

TOME XII

PARIS
MASSON ET Cie, ÉDITEURS
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, Boulevard Saint-Germain

1910

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE VOLUME

TABLE DES PLANCHES

CONTENUES DANS CE VOLUME

ÉTUDE SUR LA
VESSIE AÉRIENNE DES POISSONS
SA FONCTION

Par Mlle C. M. L. POPTA
DOCTEUR ÈS SCIENCES.

En général, la vessie aérienne des poissons est regardée comme un organe hydrostatique qui facilite soit la station, soit la natation, ou ces deux conditions ensemble. Certains croient qu'elle sert à la respiration, au rafraîchissement du sang, à l'émigration, qu'elle influe sur la fonction de l'ouïe, sur la digestion, qu'elle produit des sons, pressent le temps, suce de l'air, déplace le centre de gravité. Mais la plupart de ces dernières fonctions ne sont constatées que pour une partie de ces vessies. Les opinions ci-dessus indiquées ont trouvé des partisans, mais aussi des adversaires sérieux qui leur ont opposé des raisons souvent graves.

Après avoir étudié ce qui a été écrit pour et contre, après avoir refait quelques-unes des expériences mentionnées dans la littérature, je ne pouvais pas me rallier aux idées existantes. Je ne pouvais pas m'accorder à l'idée de comparer l'organe d'un être vivant avec un ludion qui est un instrument servant à démontrer une loi de la nature inanimée.

Les êtres animés vivent bien sous l'influence de différentes lois de la nature inanimée, à un degré plus ou moins grand, et souvent selon la résistance individuelle. Mais l'existence des êtres animés et leurs manifestations vitales sont différentes, et ne peuvent pas être comparées avec les phénomènes de la nature inanimée. L'existence vitale passe dans sa durée d'un individu de la même espèce à l'autre, et se renouvelle

chaque fois en effectuant un développement individuel. Quand chez un individu ce développement n'a pas lieu tout à fait sous les mêmes influences que chez ses ascendants, il se produit une occasion pour des modifications de tout l'individu ou de quelques-uns de ses organes. Plus un individu ou un de ses organes veut s'adapter à des conditions nouvelles, plus il en résulte des variations. Aussi est-il d'autant plus nécessaire d'étudier non seulement les variations, mais en même temps les conditions dans lesquelles un tel organe fonctionne. En étudiant la fonction de la vessie aérienne, on est amené à prendre en considération les influences de la nature inanimée sur le poisson en général et sur cet organe en particulier; pourtant on n'arrivera pas à de bons résultats en étudiant cette fonction au moyen des lois physiques, car c'est une question purement physiologique.

On fait souvent des expériences sur la vessie aérienne dans des bocaux fermés, mais à l'intérieur de ces bocaux l'oxygène diminue constamment par la respiration des poissons; par suite, les manifestations vitales perdent de plus en plus de leur intensité, elles s'affaiblissent par la diminution de l'air respirable, ce qui ne peut pas tarder à influer sur les résultats. Quand l'air en est retiré mécaniquement, on observe ce que l'on peut faire avec un poisson en défaillance, mais on n'apprend pas ce qu'un poisson fait normalement dans la nature. Ces expériences nous font voir les effets qu'ont sur la vessie aérienne quelques influences physiques.

Pour obtenir des résultats naturels dans une étude comme celle-ci, il est indispensable d'imiter dans les expériences les conditions naturelles des poissons. C'est à quoi j'ai fait particulièrement attention en procédant à mes recherches.

La vessie aérienne des poissons est un organe qui se développe en des manières si différentes, aussi bien quant à sa forme que quant à sa structure, que l'on peut s'attendre à ce qu'elle réagisse avec des expressions ou à des degrés divers aux mêmes expériences selon la quantité de ses variations. Pourtant tous ces différents développements *d'un même organe* tendent à remplir *une même fonction*. Pour rechercher cette fonction j'ai fait des injections, examiné la structure histologi-

que de la paroi, coupé avec le microtome des œufs et des embryons d'une série de jeunes stades de quelques espèces de poissons et effectué des expériences physiologiques.

J'ai eu l'avantage de pouvoir faire des expériences dans quelques laboratoires des mieux installés. Je suis heureuse de pouvoir exprimer mes respectueux remerciements à M. le professeur Yves Delage pour l'hospitalité dont j'ai joui au laboratoire biologique de Roscoff, en France ; à M. le professeur Vosmaer à Leyde, pour la grande liberté avec laquelle j'ai pu profiter (dans mes loisirs, après mon travail ichthyologique officiel au Musée d'Histoire naturelle) de son laboratoire, et à M. le Docteur Helland Hansen, Directeur de la station biologique de Bergen, en Norvège, dans le laboratoire duquel j'ai travaillé ; à M. le professeur Franchemont et à M. le professeur Einthoven pour la bonté qu'ils ont eue de me prêter différents instruments nécessaires à mon travail.

On ne saurait s'étonner de la grande diversité du développement de la vessie aérienne des poissons, quand on réfléchit qu'il y a encore d'autres organes, chez ces animaux, qui ne montrent pas moins de formes diverses. Regardons les intestins, la gorge et la bouche, avec ses dents et ses appendices aux branchies : là ne se présentent pas moins de variations, mais cela ne nous étonne pas, parce que nous savons que ces organes doivent s'accommoder à une nourriture et à une façon de saisir l'aliment qui sont différentes d'après les divers genres et les espèces. Ces organes se sont développés inégalement dans des espèces dissemblables, selon les besoins de l'entretien alimentaire respectif. Cela nous indique que la vessie aérienne elle aussi, avec ses nombreuses variations, s'adapte à un besoin qui doit être inégalement développé et différemment organisé selon les divers genres et espèces de poissons.

Il s'agit en réalité de *la circulation* de l'oxygène dans le corps du poisson et dont la vigueur et l'arrangement dépendent d'une quantité d'influences. Sa vigueur est déterminée par les efforts qu'un poisson fait en prenant sa proie, en se défendant contre ses ennemis, en nageant d'une manière vive ou lente, en vivant dans de l'eau bien ou mal aérée, ou par la

nature forte ou faible du poisson même. Son arrangement dépend de l'organisation et de la forme du corps, du genre de vie du poisson. Ce n'est pas toujours la vigueur, mais plutôt l'arrangement de la circulation de l'oxygène dans le corps du poisson qui nécessite l'intermédiaire d'un organe pour faciliter l'écoulement de ce gaz et en outre pour pouvoir servir de magasin pour les moments et les temps où le corps exige plus d'oxygène que les branchies ne peuvent en tirer du milieu ambiant. Cet organe, une vessie aérienne, plus ou moins grande, d'une forme quelconque, remplie de quelques gaz où l'oxygène se trouve dans une proportion variable, est le plus connu sous le nom de vessie natatoire. Mais ce nom, je ne veux pas l'employer, parce que sa signification est erronée.

Mon étude m'a amenée à la conviction que *la vessie aérienne des poissons se développe pour aider à la circulation de l'oxygène dans le corps du poisson*; c'est ce que je veux expliquer et démontrer par mes expériences.

L'entretien du corps étant un besoin indispensable à la vie, les organes qui servent à cela chez les poissons ne peuvent pas faire complètement défaut, mais ils se développent à des degrés très inégaux dans les différentes espèces. La circulation nécessaire de l'oxygène dans sa manifestation la plus simple agit chez ces animaux sur les branchies, organe par lequel entre l'oxygène, et sur le cœur, organe qui le pousse en avant, afin qu'il circule dans les vaisseaux.

Une complication se forme quand intervient la vessie aérienne. Considérée à ce point de vue, l'absence de cette vessie s'explique aisément. Elle ne paraît pas avant le moment où elle intervient, c'est-à-dire quand l'embryon nage (1) déjà et que la circulation de l'oxygène commence à s'étendre de plus en plus et à avoir besoin de son assistance. Si les circonstances n'exigent plus sa présence, elle disparaît (2) de nouveau, comme on le voit chez le turbot où elle se réduit tout à fait avec le changement de manière de vivre de ce poisson.

(1) Von Baer, 1835-1836.
Les titres des ouvrages désignés dont l'auteur et la date sont cités, se trouvent dans l'Index bibliographique, qui est arrangé chronologiquement.
(2) Thilo, 1907.

Un organe peut se réduire, quand il n'est plus nécessaire; ce fait est observé même pour des organes essentiels à la vie, comme les yeux. L'Amblyopsis spelaeus De Kay, qui vit dans les eaux des cavités souterraines du Kentucky et du Sud Indiana, a perdu la faculté de voir dans ces régions ténébreuses.

La vessie aérienne étant un organe auxiliaire, une complication, pour la circulation de l'oxygène, elle peut manquer dans les espèces qui n'en ont pas besoin, soit que la circulation de l'oxygène soit chez elles moins prononcée, soit que leurs manifestations de vie soient plus faibles, ou que la circulation de l'oxygène soit arrangée d'une autre manière. Quand cet organe paraît, le poisson en a réellement besoin. Parce qu'un poisson peut vivre quelque temps, quand on lui enlève cette vessie, cela ne prouve pas encore qu'elle n'est pas utile à la circulation normale de l'oxygène dans cette espèce. Il est connu qu'un poisson peut, après cet enlèvement, nager normalement (1) et dans toutes les directions; ce fait et celui que l'animal nage déjà avant que la vessie se développe sont de grandes preuves qu'elle n'exerce pas d'influence sur la natation. Mais on ne sait pas si toutes les fonctions de la vie se passent normalement quand cette vessie est enlevée, si ce poisson continue à croître avec la même vigueur, si, dans l'état libre, des difficultés survenant quand il doit saisir une proie ou se défendre contre ses ennemis, difficultés qui n'existent pas dans des bassins limités, il peut les surmonter sans périr faute de l'oxygène qu'il est accoutumé de posséder dans la vessie aérienne. L'expérience suivante démontre que le poisson consomme du gaz dans ces moments-là :

I. — Un Esox lucius L, de 256 grammes, est pesé spécifiquement. Cela se fait dans un bocal de verre, cylindrique, ayant le bord supérieur poli, tout à fait rempli d'eau, et fermé par une plaque de verre dont le bord inférieur, également poli, touche le bord poli du bocal. Le baromètre indique 769 millimètres 1/3, la température de l'air est 20° C, celle de l'eau dans le bocal 17° C 1/2.

(1) Provinçal et Humboldt, 1809.

Ce brochet pèse spécifiquement 1 gramme de plus que l'eau. Ensuite il est mis dans un bassin où se trouve de l'eau jusqu'à une hauteur de 10 centimètres. Je joue alors avec lui, ce à quoi il s'oppose. Cela dure un quart d'heure. Puis il est pesé de nouveau, son poids est après la fatigue causée par son opposition 6 grammes de plus que l'eau. La fatigue lui a fait consommer 5 grammes. Rapporté dans l'aquarium il répare cette perte de gaz en deux heures.

Cette expérience nous démontre que ce poisson use instantanément du gaz emmagasiné dans son corps. Si par l'extirpation de la vessie aérienne cela lui est rendu impossible, sa force défensive en souffrira au moment des efforts (1).

Le fait que la vessie aérienne apparaît pendant que se forme la circulation de l'oxygène dans le corps du poisson, après qu'elle a commencé, mais avant qu'elle ait atteint son cours normal, est un motif de croire que ledit organe fait partie de cette circulation.

La vessie aérienne n'est pas à comparer aux branchies, ni aux poumons. Les branchies sont en contact avec le milieu qui peut fournir au sang, en échange d'acide carbonique, l'oxygène dont il est avide. Les poumons ont un conduit, dans lequel existe un courant d'air continuel, qui va de l'extérieur à l'intérieur et *vice versa*. Ce courant d'air, qui se laisse observer et peut être exactement déterminé, refoule aussi vers l'extérieur une certaine quantité d'acide carbonique. Rien de cela n'existe pour les vessies aériennes : elles ne sont pas en contact avec l'extérieur et quand elles sont pourvues d'un conduit, on ne peut pas prouver qu'il existe un courant d'air continuel allant dans les deux directions, et expulsant de l'acide carbonique.

Quant au Gymnarchus (2), la vessie aérienne celluleuse ne fonctionne pas non plus chez lui comme poumon. Chez ce poisson, cet organe peut se dilater très largement et il est pourvu de nombreux vaisseaux sanguins ; par conséquent,

(1) Provinçal et Humboldt, 1809, constatent après l'extirpation de la vessie natatoire une altération des fonctions des branchies, mais laissent en suspens la question de savoir si cette altération est causée par l'absence de l'organe ou par la faiblesse de l'animal.

(2) Foerg, 1853 ; Duvernoy, 1853 ; Hyrtl, 1856.

lorsqu'il y a abondance d'air respirable dans l'eau, beaucoup de gaz peut s'y assembler ; il tient lieu de magasin. Quand, pendant la sécheresse, l'animal manque d'eau, la respiration des branchies cesse, les vaisseaux, qui ont apporté auparavant du sang artériel à la vessie aérienne, contiennent alors du sang veineux. Ce sang parcourt la paroi de ladite vessie et, avide de prendre de l'oxygène, en attire de la cavité. Dans ce cas, les vaisseaux sanguins profitent aussi eux-mêmes de l'oxygène qu'ils ont emmagasiné. Dans les temps d'abondance, ladite vessie doit se dilater pour accumuler beaucoup de gaz, il s'ensuit qu'elle se rétrécit peu à peu dans les temps où l'air respirable est rare, à mesure que les gaz en sont retirés, sans qu'une action de respiration des branchies répare la perte.

Pour la vessie un échange avec le dehors n'est pas à supposer, car la contraction continuelle et constante des poumons manque.

La connexion avec le dehors peut servir de soupape de sûreté, quand la vessie se remplit trop, et alors les gaz en sortent dans les proportions où ils se trouvent à l'intérieur, ce qui cause une perte d'oxygène. Il n'est pas à supposer que cela se produise dans d'autres cas que celui où la paroi a déjà sa plus grande dilatation. Cette vessie de Gymnarchus sert, dans le temps d'indigence, de magasin pour des gaz qui sont entrés par un acte de respiration des branchies dans le corps de l'animal dans le temps d'abondance. Ces gaz emmagasinés entretiennent successivement la vie du poisson dans le temps où la respiration a cessé, sans que ce soit un acte de respiration ; de même que le poisson dans ce même temps vit des graisses qui ont été par l'action de manger amassées dans son corps, sans que l'absorption de ces graisses dans le temps d'indigence de nourriture soit une action de manger.

Chez deux espèces d'Erythrinus (1) et chez le Sudis gigas, la vessie aérienne est celluleuse. Chez ces espèces, elle reçoit, outre le sang artériel de l'artère abdominale, du sang veineux de l'intestin. Cependant, ni cette particularité, ni le fait que ces poissons vont prendre de l'air à la surface à des intervalles à peu près réguliers, mais pourtant éloignés, ne sont des argu-

(1) Jobert, 1878.

ments suffisants pour comparer la vessie aux poumons. La quantité d'acide carbonique que M. Jobert a trouvée dans ces vessies ne s'écarte pas de la quantité trouvée dans des vessies aériennes non celluleuses, cela ne nous indique donc pas si, dans le cas où il entre du sang veineux dans la paroi de la vessie pour en sortir artériel, ce sang veineux redonne de l'acide carbonique en attirant de l'oxygène emmagasiné.

Les gaz qui quittent le sang, en entrant dans la cavité de la vessie aérienne, ont été introduits dans le corps par un acte de respiration des branchies, et après un temps plus ou moins long ils sont reconduits de la cavité vers d'autres régions du corps. La vessie aérienne est un passage pour les gaz du corps. Parce que, dans quelques cas exceptionnels, la sortie du gaz de la cavité de la vessie ressemble partiellement à l'acte de la respiration, ce qui n'est pourtant pas encore prouvé dans tous ses détails, ce n'est pas un motif pour comparer ce passage de gaz à la respiration, qui est une entrée de gaz. Il n'est pas nécessaire qu'il y ait un acte de respiration pour que le sang veineux de l'intestin, en devenant artériel, conduise du gaz de la vessie au sinus précordal.

Chez le Gymnarchus, nous voyons que les vaisseaux sanguins conduisent périodiquement les gaz, emmagasinés dans la vessie, plus loin dans le corps ; chez deux Erythrinus et chez le Sudis gigas, ce fait arrive normalement. Ces cas et quelques autres encore sont des cas exceptionnels, dans lesquels on observe que les vaisseaux sanguins des vessies aériennes reprennent les gaz de la cavité. Ces cas exceptionnels, nous les rencontrons parmi les espèces de poissons qui vivent dans de l'eau mal aérée et boueuse, et chez celles qui ont un sommeil prolongé. Il s'agit en effet de cas où il y a indigence d'eau assez aérée. Ces exceptions nous indiquent que les gaz de la vessie suivent ordinairement d'autres voies pour arriver aux tissus qui en ont besoin. En examinant la construction histologique de la paroi, il reste pour cela les vaisseaux lymphatiques et leurs lacunes.

Le fait que les poissons aspirent, par la bouche, de l'air atmosphérique ne veut pas encore dire que cet air arrive dans la cavité de la vessie aérienne. Il n'est pas encore prouvé par une

observation directe que cet air entre dans ladite vessie. Une contraction et une dilatation alternatives ne sont pas non plus constatées dans cet organe. M. Jobert (1) a expérimenté qu'un certain poisson, après que son conduit pneumatique est lié, n'avale plus d'air, mais cela ne prouve pas directement et positivement l'entrée de l'air dans la vessie ; le phénomène pourrait être causé par la fatigue de l'opération. Pour le Cobitis, au contraire, il est constaté qu'il avale de l'air pour une respiration intestinale. L'avalement de l'air n'est pas spécial aux espèces qui vivent dans de l'eau mal aérée.

II. — Pour la tanche, j'ai observé, au mois de novembre, que ces poissons placés dans un bassin viennent souvent à la surface prendre par la bouche de l'air atmosphérique, et que, immédiatement après, des bulles d'air s'échappent par les fentes operculaires. De cette manière, ces poissons apportent à leurs branchies plus d'air que l'eau n'en contient. A l'état libre, ce poisson a, en automne, l'habitude de nager en troupes près de la surface en faisant de temps en temps des sauts à la surface de l'eau. Dans les environs, les pêcheurs appellent cela « kelderen ». C'est le moment où la pêche est avantageuse. Les pêcheurs se cachent au bord de l'eau pour attendre l'arrivée de ces troupes, afin de ne pas laisser échapper le moment favorable à la capture. En nageant de cette manière, les tanches recueillent par les branchies une bonne quantité de gaz dans leur corps ; après quoi, elles descendent vers les parties profondes des eaux pour y passer l'hiver. Bien qu'ayant observé avec attention, je n'ai pu découvrir que la tanche avale de l'air entré par la bouche.

III. — Chez le brochet, j'ai constaté un avalement d'air. Après lui avoir fait à la nuque une incision qui atteignit la moelle épinière, j'ouvre vite l'abdomen d'un Esox lucius de façon que les intestins soient visibles. L'animal avale encore de l'air par la bouche, cet air traverse la gorge sans entrer par le conduit pneumatique dans la vessie aérienne et avance dans l'intestin par des contractions de ce dernier. Cet avalement d'air se répète, jusqu'à ce qu'il se trouve *une* grande bulle d'air

(1) Jobert, 1878.

dans l'estomac. Plusieurs fois j'ai remarqué une bonne quantité de gaz dans l'intestin des brochets. Une fois, après une expérience, la vessie aérienne d'un brochet était très dilatée et à l'orifice du canal pneumatique dans la gorge se trouvaient *plusieurs* petites bulles de gaz semblables à de l'écume. Ces petites bulles se sont échappées évidemment de la vessie trop dilatée ; le conduit a joué le rôle de soupape de sûreté. Dans les expériences faites dans le vide, l'air tiré de la vessie s'échappe de même par une série de bulles.

Chez les Dipnoi, la vessie aérienne n'est pas non plus un poumon ; elle est surtout un magasin. Le Neoceratodus possède une vessie aérienne simple et celluleuse ; il ne fait pas un long sommeil ; cependant, dans la chaleur de l'été, l'eau où il vit est trop peu aérée. Le Protopterus est pourvu d'une vessie aérienne double et celluleuse, il dort une partie de l'année. Le Lepidosiren a une vessie aérienne double et celluleuse à un haut degré ; il fait un long sommeil. Ces poissons vivent dans des mares et ils ont un tempérament calme. Le développement intérieur de leurs vessies aériennes s'accentue dans la mesure où cet organe fonctionne de plus en plus comme magasin.

Les Dipnoi montent souvent à la surface pour prendre de l'air par la bouche et en rejeter par les fentes branchiales. Il n'est positivement démontré pour aucun poisson que de l'air, pris par la bouche, arrive dans la vessie aérienne par le conduit pneumatique. Il est bien connu que les intestins ou les branchies en profitent ; c'est pourquoi la supposition que l'on peut faire présentement est que cet air pris par la bouche aussi chez les Dipnoi sert aux branchies ou à l'intestin. Mais une portion de l'air attiré par les branchies est amenée indirectement par les vaisseaux sanguins à la vessie aérienne. La réduction partielle des branchies ne cause pas le développement celluleux de la vessie aérienne ; mais le développement celluleux de la vessie aérienne et la réduction des branchies sont tous les deux la conséquence, soit de l'eau mal aérée des mares, soit du manque d'eau pendant le sommeil prolongé. Ces branchies fonctionnent à un degré alternativement fort ou faible, en raison de la quantité alternante de gaz dans leur ambiance ; la vessie aérienne se comporte par suite surtout comme magasin.

Chez ces poissons, deux vaisseaux sanguins, sortant de la vessie, se réunissent et, réunis, se dirigent vers le cœur. Cette condition et le fait que ces vessies sont celluleuses ne sont pas des motifs suffisants pour les comparer aux poumons de quelques reptiles inférieurs, quant aux fonctions physiologiques de ces deux organes. Les vessies des Dipnoi reçoivent en variables quantités du sang artériel, tandis que les poumons invariablement par la fonction reçoivent du sang veineux. Elles ne se contractent pas constamment pour entretenir un courant d'air pour une inspiration et une expiration, de la manière qui est propre aux poumons. Il n'est pas non plus démontré qu'il en sorte de l'acide carbonique comme de poumons.

Quand les branchies cessent complètement ou à peu près leur travail, et que par conséquent le système des vaisseaux sanguins consomme son oxygène sans en recevoir suffisamment de nouveau par l'acte des branchies, alors, outre les voies ordinaires, les vaisseaux sanguins prennent aussi de l'oxygène emmagasiné dans la vessie. Dans ce cas, il entre du sang veineux dans la paroi de cette vessie et il en sort du sang artérialisé. C'est encore une question pendante de savoir si dans ce cas se produit par le sang un échange d'acide carbonique. Un autre cas se présente quand quelques vaisseaux intestinaux entrent dans la paroi de la vessie pour profiter normalement des gaz de la cavité. Cela dépend de la manière dont se règle la circulation de l'oxygène dans le corps du poisson.

Dans ce dernier cas, il sort par ces vaisseaux sanguins du sang artérialisé de la vessie. Si même dans ce cas on pouvait prouver que l'air avalé par le poisson se rend par l'orifice dans la vessie, cet organe ne serait pas plus un poumon que le canal intestinal dont il est prouvé qu'il profite de l'air avalé.

Si l'on veut comparer la vessie aérienne à un autre organe, c'est au cœur qu'on doit le faire, quoique celui-ci effectue une circulation régulière, indépendante de la volonté du poisson. Par des contractions régulières, il fait avancer les gaz en poussant le sang. Tandis que la vessie aérienne sert à un besoin irrégulier, qui se fait sentir d'une façon intermittente. Dépendant en partie de la volonté de l'animal, elle fait avancer seulement des gaz. Comme l'entrée et la sortie des gaz ne se suivent

pas immédiatement dans la vessie aérienne, cet organe doit bien se développer en outre comme magasin. Les influences qui causent l'entrée des gaz dans la cavité diffèrent de celles qui déterminent leur sortie.

Nous savons que la proportion de l'oxygène dans la vessie aérienne augmente (1) avec la profondeur où le poisson séjourne. Ceci est posé en règle générale, car les nombreuses analyses du gaz de cet organe, qui ont été publiées, signalent assez d'exceptions. Celles-ci nous indiquent qu'il doit exister encore d'autres actions qui influent sur la proportion de l'oxygène dans cette vessie. L'augmentation de l'oxygène dans la vessie d'après la profondeur ne peut pas dépendre de la proportion où ce gaz est dissous dans l'eau, car dans la profondeur de l'eau elle est un peu moins forte que celle des couches superficielles; sans compter les eaux localement gâtées par la décomposition de plantes et d'animaux, par des gaz nocifs, etc. La température est un facteur variable et par conséquent ne peut pas servir de considération générale. La pression, au contraire, augmente avec la profondeur dans un rapport constant. Elle peut être un facteur qui exerce une influence sur l'augmentation de la proportion (2) de l'oxygène dans ladite vessie et sur la quantité (3) des gaz dans cet organe.

L'augmentation et la diminution de la pression causées par la descente et la montée agissent sur les poissons de différentes manières. Elles produisent l'entrée et la sortie des gaz dans la vessie aérienne et elles font contracter et dilater ces gaz. La première est un acte physiologique, la deuxième une action physique. La compression et la dilatation sont une influence physique que subissent les gaz dans le corps du poisson aussi bien que tout autre air sous une pression variable. Dans la vessie aérienne des poissons ces actions de la nature inanimée ne peuvent pas agir tout à fait librement.

La dilatation est en quelque mesure limitée (4) par la résistance de la paroi de cet organe, et à cause de cela elle ne donne

(1) Biot, 1807.
(2) Biot, 1807; Delaroche, 1809; Bert, 1878.
(3) Moreau, 1874.
(4) Harting, 1872.

pas un facteur constant dans les expériences. Quand les gaz se dilatent dans cette vessie, ils rencontrent une résistance de plus en plus forte de la paroi jusqu'à ce qu'ils aient vaincu cette résistance ; c'est alors que cette paroi se rompt par la pression progressive des gaz. Si nous voulions calculer avec des chiffres la dilatation des gaz de la vessie aérienne des poissons pour une certaine diminution de pression, nous devrions, non seulement tenir compte du chiffre de la dilatation des gaz, mais aussi de celui de la résistance de la paroi de la vessie et de la quantité des gaz dans la cavité. Le premier de ces facteurs est fixe, le deuxième est différent, non seulement chez les diverses espèces de poissons, mais peut même varier d'après les individus, leur âge et leurs conditions physiologiques. Le troisième peut changer selon les divers moments. Ces deux derniers sont cause que nous n'acquérons pas un facteur constant pour la dilatation des gaz de la vessie pendant la durée d'une expérience : la quantité de gaz étant variable, l'élasticité de la paroi peut se modifier. La dilatation est limitée, et aussi longtemps que nous ne connaîtrons pas exactement ses limites, l'influence de cette dilatation sur les fonctions de la vessie ne pourra être constatée qu'approximativement.

La compression est limitée parce qu'il ne se forme pas un espace vide (1), les intestins ou les parties latérales sont forcés de se déplacer à mesure, à quoi ils peuvent résister plus ou moins. La variabilité de la quantité des gaz dans la cavité fait sentir son influence : si cette quantité augmente, la compression est plus libre ; si elle diminue pendant la compression, celle-ci est plus limitée par la résistance des parties qui doivent suivre la contraction. La complication causée par la variabilité de la quantité de gaz, et par la différente résistance de l'entourage est cause que l'influence de cette compression n'est à constater qu'approximativement.

Si nous avons de l'eau dans un bocal fermé, non tout à fait rempli, et si nous diminuons la pression atmosphérique au-dessus de l'eau, l'air dissous dans cette eau forme de très petites bulles, qui montent à la surface. La pression atmosphérique influe de même sur la dilatation et la compression des

(1) Hüfner, 1892.

gaz enfermés dans la vessie aérienne comme le prouvent les expériences faites dans le vide. L'entrée des gaz dans la vessie aérienne et leur sortie sont un acte physiologique, et sont sous l'influence de la pression de l'eau. J'ai pu étudier l'influence qui provoque l'acte physiologique en évitant l'influence de l'action physique.

Je dois faire remarquer que ce n'est pas seulement la pression à une certaine profondeur qui cause l'entrée, et à une certaine hauteur qui cause la sortie des gaz, mais chaque pression progressive, de toute origine, sur le corps du poisson produit une entrée de gaz, et chaque diminution de pression, sans égard à la hauteur ou à la profondeur, produit une sortie.

Un poisson des couches profondes, qui se meut verticalement, fera augmenter la quantité de gaz dans sa vessie aérienne en descendant encore, et diminuer cette quantité en montant, aussi bien qu'un poisson des couches supérieures de l'eau. Cette augmentation et cette diminution de la quantité de gaz à l'intérieur du poisson le gèneraient, mais la nature y a pourvu par l'influence d'une action physique, que nous avons déjà discutée. En descendant, la quantité de gaz augmente, mais en même temps les gaz sont comprimés, de manière à ne pas occuper un plus grand espace. Par l'acte physiologique, la quantité est augmentée et, par l'acte physique, elle est comprimée : par suite, l'espace qu'elle occupe n'a pas besoin de changer notablement. Ainsi, quand par l'acte physiologique cette quantité diminue dans la montée, elle se dilatera par l'action physique, et en conséquence l'espace qu'elle occupe ne changera pas notablement. Le poisson peut se mouvoir verticalement à l'aide de ses nageoires, sans que la vessie aérienne le gêne. La vessie aérienne accomplit sa fonction par le mouvement vertical du poisson, car l'entrée et la sortie des gaz ont lieu par différentes voies, et la circulation des gaz est favorisée de cette manière. Parce que l'entrée des gaz amène une entrée de l'oxygène, le poisson a la faculté de rassembler de l'oxygène dans sa vessie ; l'oxygène peut sortir de la vessie sous différentes influences, que les expériences montreront, et aller vers les endroits du corps où il est utile.

Comme les deux actions susnommées se compensent, leurs manifestations ne peuvent pas être étudiées autrement que

séparées, et cela m'a réussi. L'action physique est assez connue. L'influence qui provoque l'action physiologique, et cette action, je les ai recherchées de la manière suivante. J'ai imité l'augmentation de la pression de l'eau en faisant subir au poisson une pression en le chargeant d'un poids, et la diminution de pression en allégeant l'animal par des bulles d'air.

J'ai procédé à cette expérience dans un bassin où l'eau n'avait qu'une hauteur de 27 centimètres, pour éviter un déplacement vertical notable du poisson et par conséquent une dilatation ou une compression des gaz dans le corps par l'action physique. Le résultat avec le poids est une augmentation de gaz dans la vessie aérienne et une augmentation de la proportion de l'oxygène dans cette quantité de gaz. Le poids, correspondant à une augmentation de la pression de l'eau, a pour effet une entrée des gaz des vaisseaux sanguins dans la cavité de la vessie. Dans la descente, le poisson possède une faculté de faire venir de l'oxygène dans cette vessie, d'emmagasiner ce gaz, une faculté qui est soumise à sa volonté. Les expériences nous montreront que le poisson peut parvenir à ce résultat par d'autres façons encore.

Par l'emploi de bulles d'air, on produit une diminution de gaz dans la vessie aérienne et une diminution de la proportion de l'oxygène dans la quantité de gaz restée dans cet organe. L'allégement par des bulles d'air, correspondant à une diminution de la pression de l'eau, amène la sortie des gaz de la cavité de la vessie.

Dans la montée, le poisson possède une faculté de faire sortir de l'oxygène de cette vessie, une faculté qui est soumise à sa volonté. Mais la plus grande action qui cause un enlèvement de l'oxygène de la vessie, c'est la consommation de l'oxygène dans le corps, surtout pendant les grands efforts corporels. Dans le cas de mort par asphyxie (1) le poisson consomme l'oxygène de la vessie, sans que par l'acte de respiration la perte soit réparée. Cela nous apprend qu'au profit de la consommation, par une attraction, l'oxygène est pris de la vessie, car dans l'asphyxie l'influence d'une diminution quelconque de la pression n'existe pas.

(1) Moreau, 1863.

Dans mes expériences avec le vacuum les poissons sont soumis à une privation progressive d'air respirable et à une diminution de pression moindre que celle qu'ils supportent à l'état libre ; car dans le vacuum la pression atmosphérique diminue de plus en plus et les individus y vivent à la surface ou non loin de celle-ci.

Le vacuum employé est un vaisseau cylindrique de verre, haut de $51^{cm},5$ avec un diamètre de $19^{cm},8$ à l'intérieur, et en dessous et en dessus un anneau de caoutchouc. Il est placé sur une plaque de fer avec trois colonnes et fermé par un couvercle de fer, lequel est vissé au haut des colonnes et percé au milieu par trois robinets. A l'un des trois est attaché un vacuummètre, le deuxième est relié par un boyau de caoutchouc épais à une pompe hydraulique qui est placée au conduit d'eau, le troisième robinet sert à refouler l'air. Les poissons, là dedans, ne peuvent descendre que de 40 à 45 centimètres, telle étant la hauteur de l'eau. Je les vois se débattre, autant qu'ils le peuvent, contre les influences non naturelles, qui leur sont imposées dans cet appareil. Ils le font avec une vigueur différente, même chez deux individus de même espèce et de même taille.

IV. — Deux Leuciscus rutilus L., chacun long de 16 centimètres et pesant chacun 40 grammes, apportés dans le vacuum-vaisseau nagent d'abord près du fond. L'air en est régulièrement tiré par la pompe hydraulique. Un bon nombre de bulles d'air échappent de la bouche de ces animaux. L'air dissous dans l'eau se distend et monte vers la surface en très petites bulles, qui s'attachent aussi à tous les objets dans l'eau : elles couvrent tout le corps des poissons et aussi l'intérieur de la paroi du vaisseau. Ces petites bulles grossissent peu à peu avec la diminution de pression.

Les deux Leuciscus se meuvent vivement en montant et en descendant. L'un va de plus en plus haut. Quand le vacuummètre indique une diminution de pression de 65 centimètres, cet animal-ci se tient tout en haut, le deuxième reste tout en bas. Le premier descend encore une fois verticalement jusqu'au fond, avec la queue dirigée en bas, pour remonter de la même manière, la tête en l'air. Ensuite il reste à la surface, se tournant sur le côté. Le deuxième est encore sur le fond, mais se

dirige quelquefois vers le haut, pour retourner ensuite au fond et s'y mettre sur le côté ; il reste ainsi quelque temps, mais enfin il est, lui aussi, attiré la tête en haut vers la surface.

Maintenant le robinet est ouvert, l'air revient. Les deux poissons vivent encore. Le premier est une femelle, je l'ouvre, sa vessie aérienne est vide. Le deuxième, un mâle, vit encore dix jours pour mourir ensuite.

Leur résistance contre ces influences nuisibles s'est montrée inégale ; elle n'était pas en rapport avec la taille ou le poids des individus, lesquels étaient pareils. Le deuxième sujet a résisté plus longtemps que le premier.

Cela s'oppose à ce que l'on compare la vessie aérienne à un ludion. Ce dernier, un objet inanimé, se comporte selon des lois fixes, que l'on peut calculer d'avance, et il les suit exactement. La vessie aérienne est une partie d'un être animé, les individus sont bien soumis à des lois physiques égales pour tous, mais chacun peut à des degrés variables s'y opposer, les subir différemment, même inégalement, à divers temps ou moments de son existence, selon son caractère ou sa force personnelle et momentanée.

V. — Un autre jour je place dans le vacuum : un Leucicus rutilus L., long de $8^{cm},5$; deux Leucicus erythrophthalmus L., longs de $13^{cm},6$ et $15^{cm},2$; un hybride de l'Abramis brama L. et du Leuciscus rutilis L., long de $17^{cm},8$. La hauteur de l'eau est de $41^{cm},5$.

Le temps.	Le vacuum-mètre.	*Le vacuum mètre indique la diminution de pression.*
4 h. 32.	0	Les quatre poissons sont au fond.
4 h. 34.	20 cm.	Ils sont calmes, des bulles d'air viennent de leurs bouches.
4 h. 37.	40 cm.	Ils nagent tranquillement, les bulles d'air s'échappent encore.
4 h. 39.	50 cm.	Il y a de très petites bulles d'air sur le corps des poissons et à la paroi intérieure du vaisseau.
4 h. 42.	59 cm.	Ils nagent de haut en bas et vice versa.
4 h. 47.		Le L. erythrophthalmus de $13^{cm},6$ se met un moment sur le côté à la surface.
4 h. 51.		Le L. erythrophthalmus est de nouveau sur le côté et un moment à la surface.
4 h. 56.	65 cm.	Il flotte à la surface, va nager, flotte de nouveau, nage vers le bas.
5 h. 10.		Il retourne vers la surface et tombe sur le côté.
		L'hybride se meut maintenant lui aussi vers la surface pour y flotter sur le côté.

Je laisse l'air revenir lentement. Les deux poissons montés à la surface tombent au fond. Le Leuciscus erythrophthalmus de 15^cm,2 nage encore vers le haut, mais redescend aussi vers le fond. Le Leuciscus rutilus a nagé tranquillement dans tous les sens tout le temps de l'expérience et continue à nager après le retour de l'air. Il semble n'avoir pas souffert.

L'hybride meurt vite ensuite ; sa vessie est longue de 18 + 28 millimètres. Le Leuciscus erythrophthalmus de 13^cm,6 vit bien encore, mais il est pourtant retiré du vaisseau, sa vessie est longue de 11 + 27 millimètres.

Cette expérience-ci est racontée pour montrer qu'elle agit différemment sur les diverses espèces de Cyprins et sur les sujets de la même espèce, mais de diverse taille.

VI. — Comparons maintenant l'effet d'une telle expérience sur des Cyprins et des espèces d'autres familles.

Sept poissons sont mis dans le vacuum-vaisseau ;

Une Perca fluviatilis L., longue de 19 centimètres.

Une Acerina cernua L., longue de 6^cm,6.

Un Cottus gobio L., long de 6^cm,4.

Un Leuciscus rutilus L., long de 16 centimètres.

Un Leuciscus rutilus L., long de 10^cm,2.

Un Leuciscus erythrophthalmus L., long de 17^cm,3.

Un Gobio fluviatilis Flem.

Bien qu'avec une résistance inégale, la diminution de pression attire à la fin tous ces poissons à la surface, même le Cottus gobio, qui manque de vessie aérienne. Un des Cyprins nage presque jusqu'à la fin. Les poissons ont l'air d'être en défaillance, quand ils sont tirés vers le haut. La vessie aérienne de la Perca et de l'Acerina est rompue. Celle des Cyprins n'est pas tout à fait vidée. Le Cottus gobio résiste encore à une autre expérience. Arrivé en haut, le Cottus gobio, sans vessie aérienne, se tourne avec la diminution de pression de 64 centimètres sur le dos, tout comme les autres poissons se tournent sur le côté ou sur le dos à la surface, avec une diminution de pression plus ou moins grande selon les sujets.

VII. — Lorsque je mets dans le vaisseau deux Leuciscus erythrophthalmus L., longs de 15^cm,5 et 16 centimètres, et que j'en retire doucement l'air, il s'échappe de leur bouche non

Le temps.	Diminution de pression.	OBSERVATIONS
4 h. 4.	0	
4 h. 5.	20 cm.	Les Cyprins laissent échapper des bulles d'air de leur bouche.
4 h. 6.	40 cm.	L'Acerina cernua va à la surface, vite suivie de la Perca fluviatilis.
4 h. 8.	56 cm.	La bouche de la Perca est toute grande ouverte, les yeux lui sortent de la tête.
4 h. 15.	0 cm.	L'air retourne. La Perca et l'Acerina tombent au fond. Les Cyprins montent encore.
		L'air est retiré de nouveau.
	40 cm.	La Perca retourne à la surface, elle essaie de prendre de l'air hors de l'eau. L'Acerina reste en bas. Les Cyprins nagent partout.
	45 cm.	Le Gobio fluviatilis nage un moment vers le haut.
	56 cm.	L'Acerina va un moment vers le haut.
		Tantôt l'air est retiré et tantôt restitué au vaisseau. La Perca monte dans le premier cas et tombe dans le second. Un Leuciscus va à la surface, quand l'air est retiré.
4 h. 50.		Le Gobio fluviatilis monte à la surface.
4 h. 51.		La Perca est morte, elle se laisse tirer en haut et retomber selon le changement de pression.
		Le Gobio fluviatilis et deux autres Cyprins tombent au fond sur le côté, quand l'air revient.
		Un Cyprin mort, l'Acerina, encore vivante, et le Gobio montent avec l'enlèvement de l'air. Un Cyprin nage encore bien.
4 h. 52.	65 cm.	Ce Cyprin conserve son état normal.
4 h. 54.		Le Cottus gobio monte un moment, redescend ensuite et répète ce mouvement quelques fois.
5 h. 15.		Le Cottus gobio reste à la surface. Tous les poissons y sont.
5 h. 16.	0 cm.	L'air revient, tous les poissons tombent au fond.
		Le Cottus gobio seul est resté vivant.

seulement des bulles d'air de la vessie aérienne, mais aussi, en morceaux plus ou moins gros, le contenu de l'estomac et des intestins.

Cela indique de plus que le poisson dans le vacuum est vidé artificiellement et qu'il ne se vide pas de lui-même pour s'adapter à son nouvel entourage.

VIII. — Un Abramis blicca Bl., long de 11^{cm},2 est très agité dans le vacuum ; attiré en haut par la diminution de pression il saute quelquefois hors de l'eau, en se remettant sur le dos, ou plus souvent encore sur le côté, à la surface. Quand le vacuummètre indique une diminution de pression de 60 centimètres, le boyau de caoutchouc épais s'arrache tout à coup du robinet.

l'air revient avec force, le poisson descend immédiatement sur le fond où il meurt en quelques minutes. Son côté ventral, au-dessous des nageoires pectorales et devant les nageoires ventrales, est rétréci et devenu concave.

IX. — Une vessie aérienne qui est enlevée à un hybride, intermédiaire entre l'Abramis brama et le Leuciscus rutilus, et dont j'ai lié le conduit se rompt dans le vacuum quand la pression est diminuée de 56 centimètres. Le poisson mesurait $17^{cm},8$, sa vessie aérienne est de $4^{cm},8$.

X. — Quatre Cyprins : *a*, *b*, *c*, *a*.

à *a* j'ai coupé la nageoire dorsale et l'anale ;

à *b* j'ai coupé les nageoires pectorales et ventrales ;

à *c* j'ai coupé une nageoire pectorale et une ventrale ;

à *d* j'ai coupé la nageoire caudale.

a, *b*, *c*, nagent normalement ; *d*, nage obliquement, la tête en bas, la queue en l'air, il a perdu son équilibre horizontal, quelquefois la tête va tout à fait en bas, alors il se tourne, vient sur le dos, mais sait se retourner sur le ventre.

XI. — Une Perca dont la ligne ventrale est coupée, de l'anus jusqu'aux nageoires ventrales, monte à la surface dans le vacuum-vaisseau quand la pression est diminuée de 40 centimètres, mais elle supporte une diminution de 68 centimètres sans que sa vessie éclate. Après que l'air est rentré, elle nage dans les couches supérieures de l'eau.

XII. — Un Leuciscus, pesant $67^{gr},2$ pèse spécifiquement $0^{gr},5$ de plus que l'eau. Le bocal déjà mentionné, rempli d'eau et où la plaque de dessus est fermée par deux pinces, est pesé seul d'abord et avec le poisson ensuite. Le baromètre indique $759^{mm}1/4$, la température de l'air est 15°C, celle de l'eau 8°C.

Ce poisson est laissé 22 minutes dans le vacuum-vaisseau. L'air en est doucement retiré de 5 h. 11 jusqu'à 5 h. 20 ; la pression a diminué de 60 centimètres, le poisson laisse échapper 50 bulles d'air, il continue à nager. De 5 h. 22 jusqu'à 5 h. 33 l'air est restitué lentement. Quand la pression est revenue à une diminution de 40 centimètres le poisson va au fond, mais sans tomber sur le côté. Il nage en bas après que l'air est rentré. La température de l'eau dans le vaisseau est de 12°C. Le pois-

son est alors de nouveau pesé spécifiquement, il est devenu 2gr,5 plus lourd que l'eau. Le lendemain il est 3gr,2 plus lourd spécifiquement que l'eau et son poids est augmenté à 74gr,7.

Deux jours après il est 1gr,5 plus lourd que l'eau et pèse 76gr,5.

Le quatrième jour son poids spécifique est 0gr,8 plus lourd que l'eau et il pèse 77gr,2,

Le septième jour le poids spécifique est de nouveau 0gr,5 plus lourd que l'eau, chiffre du commencement. Son poids monte jusqu'à 82gr,3.

Les Leuciscus mangent des oublies.

Nous reviendrons plus tard sur le fait que le poids spécifique augmente le premier jour, pour diminuer ensuite continuellement.

XIII. — La partie postérieure de la vessie d'un autre Leuciscus est enlevée.

Il est après cela 7 grammes spécifiquement plus lourd que l'eau. Le baromètre indique 755mm3/4, la température de l'air est 13°C,5, celle de l'eau dans le bocal à peser 6°C. Ce Leuciscus pèse 91 grammes. Il repose sur le fond.

Deux semaines après, ce poisson et l'autre Leuciscus (de XII), qui possède encore toute sa vessie aérienne, sont placés dans le vacuum-vaisseau. Le baromètre indique 761mm,3/4, la température de l'air est 11°C, celle de l'eau dans le vacuum-vaisseau 9°C,5. Le Leuciscus opéré repose sur le fond, le Leuciscus normal nage plus haut.

4 h. 50, la pression commence à diminuer.

Le poisson normal laisse échapper des bulles d'air par la bouche et par les fentes des branchies, le poisson opéré ne donne pas de bulles d'air.

4 h. 55, la pression est diminuée de 52 centimètres.

5 h. 5, la pression est diminuée de 58 centimètres.

Le Leuciscus opéré est calme, le Leuciscus normal est actif, tous les deux sont en bas du vaisseau. L'air revient doucement.

5 h. 24, le vaisseau est ouvert. Les poissons ne sont pas tombés sur le côté.

Le Leuciscus opéré est, après l'expérience, 10 grammes spécifiquement plus lourd que l'eau.

Le Leuciscus normal est $6^{gr},2$ spécifiquement plus lourd que l'eau. L'eau dans le bocal à peser est à 9° C 1/2.

Deux jours après, le Leuciscus opéré est $6^{gr},5$ plus lourd spécifiquement, le Leuciscus normal $0^{gr},2$. Le baromètre indique 749 millimètres, la température de l'air est 19° C, celle de l'eau dans le bocal à peser 11° C.

Nous voyons que *tous les deux* ont regagné l'air perdu. Chez le poisson opéré, la partie de la vessie qui est en connexion avec l'œsophage n'existe plus ; il n'a pas non plus laissé échapper de bulles d'air et pourtant il a regagné de l'air et en notable quantité : $3^{gr},5$. Bien que ce soit sur la partie enlevée de la vessie aérienne que se fasse remarquer le beau développement des vaisseaux sanguins, j'ai pourtant réussi à rendre visibles, par une injection dans la partie antérieure de la vessie, des vaisseaux sanguins très minces.

Il y a là la preuve que l'air regagné entre par les branchies. Je reviendrai encore là-dessus plus loin.

Comme je l'ai déjà dit plus haut, les expériences du vacuum, bien qu'elles ne soient pas sans intérêt, ne nous apprennent pas comment le poisson réagit naturellement dans son élément. Dans le vacuum on fait réagir les poissons et de plus on leur retire peu à peu leur force. Mais je veux savoir comment les poissons à l'état libre réagissent sous une pression augmentée ou sous une pression diminuée. Dans la nature on peut faire descendre des poissons de la surface à quelque profondeur, mais on ne peut pas contrôler à cette profondeur ; et en les attirant vers le haut, on change les conditions, les résultats ne nous disent plus ce qui se passe dans la profondeur ; les vessies se sont dilatées par le mouvement ascensionnel et d'autres changements encore sont survenus. En faisant vivre des poissons de la profondeur à la surface, on n'obtient rien de plus, car on peut bien les contrôler à la surface, mais comme on n'a pas pu constater leur condition dans la profondeur, toute comparaison est impossible. Quant à transporter des poissons de la surface sur des hauteurs, dans de l'eau se trouvant sur une montagne, cela permettrait d'examiner les

suites d'une diminution de pression atmosphérique et, *vice versa*, d'une augmentation de cette pression. J'ai résolu la question en allégeant et en alourdissant alternativement des poissons, de la manière que j'ai déjà mentionnée et expliquée.

Comme nous le savons, la distribution des vaisseaux sanguins sur la paroi de la vessie aérienne manifeste quatre caractères (1) selon qu'ils se dispersent librement ou qu'ils se réunissent plus ou moins nettement en corps rouges. Pour alléger ou alourdir des poissons, j'ai choisi des représentants de ces quatre caractères, savoir : des Cyprinidae, l'Esox lucius L., la Perca fluviatilis L., et l'Anguilla vulgaris Flem. Les vessies aériennes de ces espèces diffèrent de structure et de forme. Les cyprinidés ont une vessie aérienne double, libre et munie d'un canal long; celle du brochet est simple, reliée aux côtes, pourvue d'un canal court ; celle de la perche est simple, reliée aux côtes sans canal ; celle de l'anguille est simple, libre, avec un canal très large.

DES CYPRINIDAE.

Dans des aquaria ouverts à l'eau courante, j'ai chargé des poissons avec un poids pour imiter une augmentation de pression et j'ai allégé d'autres sujets par des bulles d'air pour imiter une diminution de pression ; j'en ai laissé encore d'autres à l'état normal pour procéder au contrôle. Observons de quelle manière ces poissons réagissent sous ces influences, et d'abord encore dans quelques autres expériences.

XIV. — La partie antérieure de la vessie aérienne d'un Abramis brama est enlevée ; après cela, il nage en tout sens dans l'aquarium, vers la surface aussi, bien qu'un mouvement un peu incertain, la queue un peu en bas. De jour en jour son équilibre diminue ; c'est pourquoi je le soutiens en lui attachant des bulles d'air, afin qu'il puisse conserver son attitude ordinaire. Les bulles d'air enlèvent aussi l'influence de la pression qui se forme quand il survient une diffé-

(1) Müller, 1839.

rence notable entre le poids spécifique du poisson et celui de l'eau.

Pour rechercher si alors la circulation de l'oxygène a lieu normalement, je l'ai pesé spécifiquement de temps en temps. Il ne manque ni d'air dans l'eau courante, ni de nourriture.

Voici le résultat :

1909	Le baromètre indique	Températ. dans la salle.	Températ. de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATIONS
30 mars.	749 mm.	19°C ½.	16°C.	— 1 gr.	avant l'enlèvement de la vessie aérienne.
31 mars.					la partie antérieure de la vessie est enlevée.
1er avril.	766 mm.	16°C.	8 ¾ °C.	+ 13 gr.	après l'enlèvement.
2 avril.	775 mm ½.	12°C.	11°C.	+ 18 gr.	allégé ensuite de 18 gr. par des bulles d'air.
3 avril.	777 mm ½.	12°C.	9½°C.	+ 19 gr.	allégé ensuite de 22 gr. par des bulles d'air.
7 avril.	775 mm.	12°C ½.	10°C.	+ 19½ gr.	allégé ensuite de 17 gr. ½. par des bulles d'air.
13 avril.	756 mm.	12°C ½.	10½°C.	+ 24 gr.	allégé ensuite de 20 gr. par des bulles d'air.
17 avril.	764 mm.	12°C ½.	11½°C.	+ 30½ gr.	allégé ensuite de 35 gr. ½. par des bulles d'air.
22 avril.					le poisson est mort.

— indique les grammes que le poisson pèse spécifiquement de moins que l'eau.

+ indique de combien de grammes il est plus lourd.

La partie postérieure de la vessie aérienne avec le canal pneumatique est restée intacte et en union avec l'œsophage. Bien qu'elle ne soit pas fortement tendue, elle est remplie d'air qui ne contient plus d'oxygène.

Cette expérience nous montre que le poisson est devenu spécifiquement de plus en plus lourd après l'enlèvement de la partie antérieure de la vessie aérienne et qu'il a perdu tout l'oxygène dans la partie postérieure de cette vessie, bien que le canal soit intact. L'eau dans l'aquarium était bien aérée et le poisson pouvait monter à la surface. Cela nous indique que la circulation de l'oxygène dans le corps de l'animal a été interrompue par une cause intérieure qui doit être la perte d'une partie de sa vessie aérienne. Cela dit que cette vessie

aide à la circulation de l'oxygène et qu'elle est indispensable au poisson qui en est pourvu. Bien que cet animal puisse vivre quelque temps avec le transport ralenti qui a encore lieu, ce transport diminué n'est pas suffisant à lui seul pour le tenir en vie.

Ce poisson n'a pas employé son canal pneumatique pour apporter de l'air atmosphérique dans sa vessie aérienne, bien qu'il en eût besoin. C'est par suite du ralentissement du transport de ce gaz que la partie postérieure ne contient plus d'oxygène ; l'apport était inférieur au besoin, ce qui est la cause que l'oxygène de la vessie a été complètement consommé.

Parce que le poisson avait besoin d'être soutenu par des bulles d'air sur son dos après le deuxième jour pour ne pas tomber sur le côté, cela ne veut pas dire que la vessie aérienne existe pour entretenir l'équilibre du poisson. Je soutiens que le poisson est composé de différents organes, utiles à son existence, et que ces organes se sont arrangés de manière que l'ensemble ait un équilibre normal. Mais je ne dis point du tout que ces organes se sont placés de telle manière que l'équilibre mutuel manque et qu'il faille que se forme un organe pour l'effectuer, afin que le poisson ne tombe pas sur le côté ou sur le dos. Il s'ensuit naturellement que l'équilibre mutuel se perd, quand une partie essentielle est enlevée, comme dans le cas susmentionné. Je parlerai plus tard de l'équilibre avec l'eau.

J'examine la quantité d'oxygène à l'aide de l'appareil de Hempel, réduit à un cinquième. Par un trocart pourvu d'un robinet à trois voies et un tuyau capillaire de caoutchouc les gaz sont attirés dans la burette au-dessus du mercure. Cette burette ne contient que 20 centimètres, et est fermée par un robinet.

XV. — Comparons les numéros XIII et XIV; ils présentent apparemment un contraste dans leurs résultats. Dans XIV, le poisson, auquel manque une partie de sa vessie aérienne, devient spécifiquement de plus en plus lourd. Dans XIII, un poisson, auquel j'ai de même enlevé une partie de sa vessie aérienne devient d'abord plus lourd et ensuite plus léger

spécifiquement; mais ce dernier sortait du vacuum, auquel XIV n'a pas été soumis. Ceci s'explique : dans le vacuum, non seulement les gaz sont tirés artificiellement de toutes les cavités qui ont une correspondance avec le dehors, des plus petites aussi bien que des grandes ; mais par la diminution de pression, les cavités qui n'ont pas de connexion avec le dehors et les vaisseaux sanguins se dilatent. Au moment où le poisson quitte le vacuum, la pression augmente en raison de la diminution qu'elle a subie et c'est justement la pression augmentée, par des causes diverses, qui produit une entrée de gaz dans la vessie, en comprimant les vaisseaux sanguins. Mais cette excitation ayant cessé, l'enlèvement de la vessie aérienne se fait de nouveau sentir. Le Leuciscus opéré de XIII le prouve. Le 27 mars il a été dans le vacuum, comme nous le savons ; deux jours après, son poids spécifique a diminué de $3^{gr},5$; voici pour les jours suivants :

1909	Le baromètre indique.	Températ. dans la salle.	Températ. de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATIONS
27 mars.	$761^3/_4$ mm.	11 °C.	9½ °C.	+ 10 gr.	après avoir été dans le vacuum.
29 mars.	749 mm.	19 °C.	11 °C.	+ 6,5 gr.	
30 mars.	749 mm.	19½ °C.	16 °C.	+ 6 gr.	
3 avril.	777 ½ mm.	12 °C.	9 ½ °C.	+ 7,2 gr.	allégé ensuite par une bulle d'air.
8 avril.					allégé encore par l'adjonction d'une deuxième bulle d'air.

Le 8 et le 14 avril je l'ai pesé spécifiquement avec les bulles d'air. Comme le poids dont l'allégeait la première bulle d'air me manque, je ne puis pas noter de combien le poisson est devenu plus lourd spécifiquement du 3 au 8 avril. Du 8 au 14 avril il est devenu plus lourd spécifiquement de $1^{gr},5$. Le 15 avril il est mort. La partie antérieure de la vessie aérienne était partiellement remplie d'écume.

Nous voyons que ce poisson opéré de XIII ne se comporte pas autrement que celui de XIV quand l'influence qui provoquait une pression progressive a cessé. Quand un poisson a été dans le vacuum, la pression augmentée provoque une

entrée de gaz dans la vessie aérienne et aussi une proportion croissante d'oxygène. Pour les vessies sans canal pneumatique, la résistance des parois peut prévenir une entrée trop grande. Quand les vessies sont munies d'un tel conduit, les gaz perdus dans le vacuum se renouvellent par l'influence de la pression augmentée. Après d'autres expériences j'expliquerai ce fait plus en détail.

Le Leuciscus non opéré de XIII a supporté également l'expérience de XII, et deux autres encore, mais dans lesquelles il ne réagit plus normalement. Après, il a 17,14 p. 100 d'oxygène dans sa vessie aérienne.

XVI. — Un autre Abramis brama L., qui n'a pas été opéré, est mis dans le vacuum vaisseau.

1909	Le baromètre indique.	Température dans la salle.	Température de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATIONS
31 mars.	756 ½ mm.	19° C.		0 gr.	avant d'être mis dans le vacuum.
1er avril.	766 mm.	16° C.	$8\frac{3}{4}$° C.	+ 24 ½ gr.	après y avoir été.
2 avril.	775 ½ mm.	12° C.	11° C.	+ 32 gr.	allégé ensuite de 37 gr. par des bulles d'air.
3 avril.	777 ½ mm	12° C.	9 ½° C.	+ 28 gr.	allégé de 37 gr. par des bulles d'air.
6 avril.	774 mm.	13° C.	9 ½° C.	+ 25 gr.	allégé ensuite de 20 gr.
13 avril.	756 mm.	12 ½° C.	10 ½° C.	+ 19 ½ gr.	allégé ensuite de 13 gr.
17 avril.	764 mm.	12 ½° C.	11 ½° C.	+ 13 gr.	allégé ensuite de 9 gr.
22 avril.	761 mm.	14° C.	12° C.	+ 11 gr.	
23 avril.	le poisson est tué par une incision dans la nuque en atteignant la moelle épinière; ensuite j'ai enlevé vite la vessie aérienne en faisant une ligature au rétrécissement et au canal. Dans la partie postérieure il n'y a pas plus de $2.68\,^0/_0$ O, que j'ai examiné tout de suite.				
24 avril.	dans la partie antérieure de cette vessie ne se trouve pas plus de $1.4\,^0/_0$ O le deuxième jour.				

Quatre faits dans ce tableau peuvent attirer notre attention.

a. Le poids spécifique augmente au commencement. Ce fait est déjà observé dans XII. Avec une pression atmosphérique progressive non seulement se fait sentir la pression progressive, qui cause l'entrée des gaz dans la vessie, mais aussi les gaz se contractent, et cette contraction se fait observer à une pesanteur spécifique plus haute, qui augmente encore, d'abord par la pression extérieure augmentée, jusqu'à ce que l'entrée des gaz soit si avancée qu'elle prédomine. Ce fait ne se laisse

pas constater chez le Leuciscus opéré de XIII et de XV; cela vient de ce que ce poisson a été pesé le deuxième jour, c'est-à-dire après cette période.

b. Entre le 2 et le 3 avril, le poids spécifique diminue de 4 grammes, tandis qu'entre le 3 et le 6 avril de 3 grammes seulement. Ce fait indique que l'influence qui cause l'entrée des gaz dans la vessie aérienne, est un facteur affaiblissant. Ce facteur n'est pas la pression normale après l'expérience, facteur à peu près égal. C'est la différence entre la pression du vacuum et la pression normale, qui produit une entrée de gaz dans la vessie, influence qui s'amoindrit peu à peu. Cette influence d'une pression progressive est distincte, dans cette expérience, de la pression augmentée.

La différence augmentée de poids spécifique produit de même une pression sur le poisson, pression qui s'affaiblit selon que la différence de poids spécifique entre le poisson et l'eau environnante diminue. Nous avons deux facteurs qui exercent une pression nécessaire à l'entrée des gaz dans la vessie aérienne, c'est-à-dire la différence de la pression atmosphérique dans le vacuum et de la pression normale, au moment où l'air atmosphérique revient, et la différence de poids spécifique après que dans le vacuum une quantité de gaz a été tirée du poisson, c'est-à-dire une différence de poids spécifique entre le poisson et l'eau environnante. Le premier facteur est une augmentation de pression, d'où résulte aussi une compression des gaz, le deuxième est une pression augmentée. Tous les deux exercent la pression favorable à une entrée de gaz. Dans cette expérience-ci le premier se fait sentir seul, car les bulles d'air ont supprimé à peu près toute influence du dernier. Dans l'expérience suivante ce dernier agit seul.

c. Le fait que les gaz reviennent si lentement.

d. La petite proportion de l'oxygène.

Ces deux derniers faits s'expliqueront plus tard.

XVII. — Maintenant nous sommes arrivés aux expériences d'alourdissement et d'allégement des poissons dans des conditions normales.

Un Abramis brama L. est alourdi.

Le poids que je lui ajoute au dos, au-dessus de l'endroit où se trouve la vessie aérienne, et sans gêner aucune nageoire, est fixé avec un ruban souple de laine, de façon que cela n'entrave pas la liberté de ses mouvements. Il vit dans un aquarium où l'eau est courante, long de 75 centimètres, large de 50 centimètres et où l'eau a une hauteur de 27 centimètres.

1909	Le baromètre indique.	Températ. dans la salle.	Températ. de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATIONS
27 avril.	759 mm.	15° C.	13° C.	+ 0.5 gr.	avant l'augmentation de poids par le fardeau ; alourdi ensuite de 11 grammes.
29 avril.	760 mm.	15° C.	13 $^1/_2$° C.	— 4 gr.	alourdi de 11 grammes.
3 mai.	776 $^1/_2$ mm.	13° C.	12° C.	— 10 gr.	— —
7 mai.	771 $^1/_2$ mm.	15 $^1/_2$° C.	14 $^1/_2$° C.	— 2 gr.	il est mort.

Ce poisson est alourdi de 11 grammes et il a su se rendre 10^{gr},5 spécifiquement plus léger. En mourant il a employé 8 grammes. Cela nous fait voir que ce poisson s'allège quand la pression sur son dos est augmentée. Nous pouvons croire qu'un poisson réagit de la même manière, quand il est soumis à une augmentation de pression par l'eau en nageant vers la profondeur. Il s'allège en assemblant du gaz dans sa vessie aérienne. Nous avons imité, dans cette expérience, une action qui s'effectue de la même façon à l'état libre ; mais à l'état libre, comme le poisson doit descendre pour subir cette augmentation de pression, le gaz est en même temps comprimé. Nous avons évité cette compression en effectuant la pression sans que le poisson se déplace verticalement. L'effet de la pression augmentée est ainsi à étudier à part.

Le poisson possède dans la descente le pouvoir de faire entrer du gaz dans sa vessie aérienne. Comme la descente est soumise à la volonté de l'animal, l'entrée du gaz peut aussi être réglée par lui. Il peut effectuer cette action encore d'autre façon, comme nous le verrons. Chaque pression, progressive ou augmentée, a le même effet. En XVI, une pression progressive était artificiellement acquise par la différence de pression atmosphérique au moment où le poisson quittait le vacuum

Les vaisseaux sanguins amènent le gaz dans la vessie aérienne, cela est prouvé (1), par le fait qu'il entre dans la paroi du sang artériel et qu'il en sort du sang veineux, excepté dans quelques cas que nous avons déjà traités, et ces exceptions fournissent une preuve de plus.

Nous savons qu'un poisson en mourant par l'asphyxie (2) emploie l'oxygène de sa vessie aérienne, mais dans l'expérience XVII on constate que le poisson, en mourant dans une eau bien aérée, perd des gaz de sa vessie, probablement par suite de fatigue. Nous y reviendrons.

J'enlève de cette brème commune la vessie aérienne ; celle-ci est très fortement tendue et elle pèse spécifiquement 91 grammes de moins que l'eau. Le baromètre indique 771^{mm},5 la température de la salle est de 15°C,1/2, celle de l'eau dans le bocal à peser 14°C,1/2.

Le lendemain la partie postérieure de la vessie aérienne ne contenait plus que que 5,43 p. 100 d'oxygène.

Le troisième jour la partie antérieure de cette vessie n'avait plus que 5,4 p. 100 d'O. Ces nombres ne nous disent rien parce que le poisson a perdu 8 grammes de gaz en mourant.

XVIII. — Un quatrième Abramis brama L. est allégé dans des conditions normales. Pour cela des bulles d'air sont fixées avec un ruban de laine sur son dos au-dessus de l'endroit où se trouve la vessie aérienne, sans gêner aucune nageoire et de manière que tous les mouvements restent libres.

1909	Le baromètre indique.	Températ. dans la salle.	Températ. de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATIONS
14 avril.	756 mm.	12½°C.	11½°C.	+ 2 gr.	avant qu'il soit allégé. Il est allégé ensuite de 15 gr.
16 avril.	763 mm.	12½°C.	11½°C.		il a brisé une bulle d'air; allégé de 15 ½ gr.
19 avril.	761 mm.	14½°C.	12°C.	+ 15 gr.	allégé de 31 ½ gr. par quatre bulles d'air.
24 avril.					il brise une des quatre bulles d'air.
26 avril.	759 mm.	15°C.	12°C.	+ 23 gr.	il brise une deuxième bulle d'air, les deux autres allègent de 14,5 gr.

(1) J. Müller, 1843.
(2) Moreau, 1874.

Chez ce poisson, tué par une entaille dans la nuque, la vessie aérienne ne contient pas d'oxygène. Le poids de cet animal était de 658 grammes. Il était allégé de 31gr,5, mais les deux derniers jours d'environ 23 grammes, parce qu'il avait brisé une bulle d'air; il avait su se rendre plus lourd de 23 grammes. Ce poisson s'alourdit quand la pression sur son dos diminue. Nous pouvons croire qu'un poisson réagit de la même manière, quand il est soumis à une diminution de pression dans l'eau, en nageant vers la surface. Il s'alourdit en dirigeant du gaz de sa vessie aérienne vers d'autres endroits de son corps. Cela ne s'effectue pas par les vaisseaux sanguins, mais par d'autres voies. Le canal pneumatique n'est pas employé, nous pouvons tirer cette conclusion du fait que tout l'oxygène a disparu. Si le poisson avait employé le canal, alors les gaz seraient sortis dans les proportions réciproques où ils étaient dans la vessie, mais il n'y serait pas resté un gaz, tandis que l'autre a disparu. C'est un liquide (le sang) qui apporte à la vessie aérienne ses gaz, ce peut être aussi une substance courante qui les amène aux tissus. En examinant la structure histologique de la paroi, on n'y découvre pas un système de canaux aériens, se dirigeant vers les tissus environnants.

Par contre, une injection fait apparaître un système bien développé de vaisseaux lymphatiques, et ceux-ci communiquent avec d'autres extérieurs. Ce ne peut être qu'eux qui enlèvent les gaz pour les transporter en divers endroits.

Cette expérience indique que le poisson possède dans l'ascension le pouvoir de pousser du gaz de sa vessie aérienne vers d'autres endroits de son corps. Comme l'ascension est soumise à la volonté du poisson, la sortie des gaz de la vessie aérienne peut être réglée par l'animal. Les expériences XVII et XVIII nous démontrent que la vessie aérienne fait avancer l'oxygène dans le corps du poisson, car, chaque fois que le poisson descend, les gaz sont forcés d'entrer dans ladite vessie, et, quand le poisson monte, des gaz en sortent. Ainsi la descente et l'ascension ne sont pas facilitées par la vessie aérienne, comme on l'a longtemps cru, mais au contraire l'ascension et la descente favorisent la fonction de la vessie aérienne.

On pourrait croire que quand on transporte dans une

région haute un poisson de la profondeur, il n'aura que peu d'oxygène dans sa vessie aérienne, et que quand on tire d'une région basse un poisson de la surface, on y trouvera beaucoup d'oxygène. Cela peut arriver, mais ce n'est point du tout la règle, parce que l'action de cette vessie est beaucoup plus compliquée comme nous le verrons.

Nous avons examiné deux des facteurs de sa fonction, il y en a encore d'autres, qui influent également sur la quantité et la qualité des gaz dans cette vessie.

Après ce que nous avons vu, le *c* de l'expérience XVI s'explique. En allégeant le poisson par des bulles d'air, la différence de poids spécifique entre l'animal et l'eau est grandement diminuée ; un des facteurs, par lequel l'entrée des gaz dans la vessie est favorisée, est à peu près supprimé et les gaz y reviennent lentement.

XIX. — Une Tinca vulgaris Cuv. de 501 grammes.

1909	Le baromètre indique	Températ. dans la salle.	Températ. de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATIONS
15 juin	770 ½ mm	16°C.	14½°C.	+ 5 gr.	allégée ensuite de 7 gr. Elle respire fortement.
16 juin.	769 mm.	17°C.	14½°C.	+ 10 gr.	allégée de 7 gr.
17 juin.	772 ½ mm.	17°C.	14½°C.	+ 10 gr.	— —
18 juin.	773 ½ mm.	17°C.	14½°G.	+ 12 gr.	allégée ensuite de 9 gr.
19 juin.	770 ⅓ mm.	17½°C.	15°C.	+ 13,3 gr.	allégée de 9 gr.
22 juin.	755 mm.	20°C.	15½°C.	+ 13,2 gr.	— —

23 juin. La Tinca vulgaris tuée par une incision à la nuque. Sa vessie aérienne est 22^{gr},5 spécifiquement plus légère que l'eau. Le baromètre indique 727 mm. La température de la salle est de 19° C ; celle de l'eau du bocal à peser 15° C. La vessie ne contient pas d'oxygène. Ce poisson muni d'un canal pneumatique a consommé tout son oxygène. Ses branchies sont rouges. L'eau où il vivait est bien aérée. Il n'est pas non plus mort naturellement. C'est sous l'influence de l'allègement que l'oxygène a disparu de sa vessie aérienne, sans que de nouvel oxygène y soit entré. Quand le poisson monte, l'oxygène n'entre pas dans la vessie aérienne parce que la pression du dehors diminue. Par contre, l'oxygène en sort bien. Cette

expérience-ci démontre que non seulement l'oxygène, mais les autres gaz aussi sortent de la vessie. Celle-ci est spécifiquement $22^{gr},5$ plus légère que l'eau. Le poisson est devenu plus lourd spécifiquement de $8^{gr},2$.

En négligeant les petites différences dans la température et la pression de l'eau dans le bocal à peser qui n'influent pas assez pour altérer le calcul, la vessie équivalait avant l'expérience à $30^{gr},7$ de l'eau et après l'expérience à $22^{gr},5$. L'alourdissement spécifique est considéré comme n'agissant que dans la vessie aérienne, ce que l'on ne sait pas, mais ce que l'on peut à peu près certifier. Les $22^{gr},5$ sont remplacés par de l'azote. Si les $8^{gr},2$ que le poisson spécifiquement a perdus étaient de l'oxygène, la vessie aurait contenu au commencement de l'expérience 24,17 p. 100 d'oxygène.

Le poids moléculaire de l'azote est 14.

Le poids moléculaire de l'oxygène est 16.

22,50 : 14 = 161 mol. de N.

8,20 : 16 = 51 mol. d'O.

161 + 51 = 212. 211 : 51 = 100 : x ; $\times$ 24,05 p. 100 d'O.

Ce chiffre est beaucoup trop élevé pour une tanche dans des circonstances ordinaires (1). Le gaz disparu doit aussi avoir contenu de l'azote et probablement un peu d'acide carbonique. Il fallait s'attendre à ce qu'il sortît de la cavité, avec de l'oxygène, de l'azote et un peu d'acide carbonique, parce que les liquides courants, qui transportent les gaz dans le corps du poisson ont dissous de l'azote et de l'acide carbonique ; rien de plus naturel qu'en absorbant de l'oxygène, ils absorbent en même temps les deux autres gaz, bien qu'en proportions différentes et que, quand l'oxygène va manquer, ils absorbent encore les deux autres gaz.

Dans la nature, il y a une deuxième action qui, dans l'expérience faite, en est distincte. Quand le poisson monte dans l'eau, le gaz de la vessie se dilate en même temps que la pression descendante, que l'animal éprouve, l'invite à ne plus faire entrer de gaz dans sa vessie, mais bien à en faire sortir.

(1) Erman, 1808, trouve 3,6-16,3 p. 100 d'O dans la vessie aérienne de tanches. — Provençal et Humboldt, 1809, mentionnent 9,2-9,6 p. 100 d'O dans la vessie de tanches.

La dilatation du gaz allégeant le poids spécifique de l'animal, et la sortie du gaz augmentant ce poids spécifique, la première action compensera en partie la perte de poids spécifique de la deuxième. S'il était possible de peser le poisson au fond de l'eau et ensuite à la surface, l'augmentation du poids spécifique ne serait pas si frappante que dans l'expérience, mais la perte de l'oxygène serait la même.

L'eau dans l'aquarium n'a que 27 centimètres de hauteur.

Le poisson ne peut pas franchir une distance notable ; aussi pendant l'expérience descent-il bien un peu, mais il ne monte point du tout. Comme le gaz ne se dilate pas dans l'expérience où seules les bulles d'air diminuent la pression, l'action propre du poisson dans l'ascension se montre dans toute sa netteté.

Cette action du poisson a aussi lieu à l'état libre ; quand l'animal monte, l'air en sortira en même quantité, mais la modification du poids spécifique causée par cet acte sera moins sensible, ou même pas du tout à cause de la dilatation du gaz resté dans la vessie.

XX. — Une Tinca vulgaris Cuv. de 411 grammes.

1909	Le baromètre indique	Températ. dans la salle.	Températ. de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATIONS
24 juin.	754 ½ mm.	18° C.	15° C.	+ 1,3 gr.	allégée ensuite de 19,7 gr.
25 juin.	758 mm.	18° C.	15° C.	+ 7,7 gr.	allégée de 19,7 gr.
26 juin.	762 mm.	17½° C.	15° C.	+ 7,7 gr.	— —

Une Tinca vulgaris Cuv. de 368 grammes.

1909	Le baromètre indique	Températ. dans la salle.	Températ. de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATIONS
24 juin.	754 ½ mm.	18° C.	15° C.	+ 3,5 gr.	allégée ensuite de 4,7 gr.
25 juin.	758 mm.	18° C.	15° C.	+ 6 gr.	allégée ensuite de 9,4 gr.
28 juin.	765 mm.	17° C.	15° C.	+ 7 gr.	allégée ensuite de 19,7 gr.
29 juin.	760 mm.	18° C.	15° C.	+ 7,5 gr.	allégée de 19,7 gr.

Cette expérience comparative nous montre que le poisson s'alourdit plus vite quand il est allégé tout de suite d'un grand poids que quand il est allégé d'abord d'un poids léger et peu

à peu d'un poids plus lourd. Le premier cas peut être comparé à une ascension rapide du poisson, le second à une ascension lente. Le résultat final est le même, bien qu'au commencement le poids spécifique différât.

XXI. — Une Tinca vulgaris Cuv. qui pèse 470 grammes.

1909	Le baromètre indique	Températ. dans la salle.	Températ. de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATIONS
15 juin.	770 ½ mm.	16° C.	14 ½ ° C.	+ 8 gr.	alourdie ensuite de 9 gr.
16 juin.	769 mm.	17° C.	14 ½ ° C.	+ 3,5 gr.	alourdie de 9 grammes; elle tombe de temps en temps sur le côté.
17 juin.	772 ½ mm.	17° C.	14 ½ ° C.	+ 4,5 gr.	alourdie de 9 gr.
18 juin.	773 ½ mm.	17° C.	14 ½ ° C.	+ 5 gr.	alourdie ensuite de 13 ½ gr.
19 juin.	770 ½ mm.	17 ½ ° C.	15° C.	+ 4,8 gr.	alourdie de 13 ½ gr.
21 juin.	757 mm.	19° C.	15° C.	+ 3 gr.	elle est morte.

La vessie aérienne contient 9,2 p. 100 d'oxygène.

Les gaz dans la vessie d'un poisson se compriment quand le poisson descend, ce qui alourdit son poids spécifique. Dans l'expérience nous avons seulement l'influence d'une pression augmentée sur l'animal, laquelle augmente les gaz dans sa vessie aérienne et en même temps la proportion de l'oxygène. L'augmentation des gaz amène une diminution du poids spécifique du poisson. A l'état libre, cette diminution de poids spécifique est en partie ou complètement compensée par l'augmentation du poids spécifique causée par la compression du gaz. Mais l'augmentation de la proportion de l'oxygène sera, à l'état libre, la même que dans l'expérience.

XXII *a*. — Une Tinca vulgaris Cuv. de 409 grammes.

1909	Le baromètre indique	Températ. dans la salle.	Températ. de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATIONS
2 juillet.	770 mm.	18 ⅓ ° C.	15° C.	+ 2,3 gr.	alourdie ensuite de 6 gr.
3 juillet.	768 ½ mm.	18 ½ ° C.	15° C.	+ 1 gr.	alourdie de 6 gr.
5 juillet.	765 ⅔ mm.	18 ½ ° C.	15 ½ ° C.	— 0,5 gr.	— —
7 juillet.	754 mm.	18° C.	15 ¾ ° C.	— 5,7 gr.	tuée par une entaille à la nuque.

La vessie aérienne contient 6,21 p. 100, son poids spécifique est 28^{gr},5.

b. Une Tinca vulgaris Cuv. de 417 grammes.

1909	Le baromètre indique	Températ. dans la salle.	Températ. de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATIONS
2 juillet.	770 mm.	18 1/3 °C.	15 °C.	+ 3,3 gr.	alourdie ensuite de 6 gr.
3 juillet.	768 ½ mm.	18 ½ °C.	15 °C.	— 1,5 gr.	alourdie de 6 gr.
5 juillet.	765 2/3 mm.	18 ½ °C.	15 ½ °C.	— 2 gr.	alourdie de 7 ½ gr.
6 juillet.	754 3/4 mm.	18 ½ °C.	15 ½ °C.	— 3 gr.	tuée.

La vessie aérienne contient 3,77 p. 100 d'O.

Cette expérience comparative démontre que ces deux poissons de la même espèce, à peu près de la même taille, vivant dans les mêmes conditions, ont fait entrer, alourdis du même poids, une quantité différente de gaz dans leur vessie aérienne. La différence est pour la première journée de 3^{gr},5 spécifiques.

$$b = (+ 3^{gr},3) + (- 1^{gr},5) = 4^{gr},8$$
$$a = (+ 2^{gr},3) - (+ 1^{gr} \quad) = \underline{1^{gr},3}$$
$$3^{gr},5$$

Cela indique qu'il n'y a pas un rapport constant entre le poids du fardeau et la quantité des gaz entrés dans la vessie aérienne. Le rapport doit être indirect. L'intermédiaire par lequel le poids du fardeau cause une entrée de gaz dans la vessie aérienne ne montre pas la même énergie dans les deux poissons.

Puisque la paroi de la vessie aérienne est pourvue d'une masse énorme de nerfs, et que l'énergie des nerfs dépend de l'énergie de l'individu et varie selon les différents moments de la vie, il n'y a que les nerfs qui puissent transmettre avec une inégale énergie l'influence de la pression augmentée sur la paroi de ladite vessie, ce qui produit l'apport des gaz dans sa cavité. Cela dit pourquoi le même poids cause l'entrée de quantités différentes de gaz dans la vessie aérienne, dans les mêmes circonstances, chez différents individus de la même espèce. Quand un poisson est alourdi, on verra une diminution de poids spécifique, une augmentation de la proportion de l'oxygène, mais le degré de cette diminution de poids spécifique et de cette augmentation de l'oxygène est tout à fait individuel, dépendant de l'énergie de l'animal et des gaz présents. Cela prouve clairement

qu'il s'agit d'un acte physiologique, qui ne peut pas être étudié au moyen des lois physiques.

Il entre dans la vessie non seulement de l'oxygène mais aussi de l'azote dont la proportion est à calculer. En négligeant la température et la pression, la vessie aérienne de la tanche de 409 grammes équivaut avant l'expérience à 20gr,5 d'eau et après à 28gr,5. Il n'y a pas plus que 6,21 p. 100 Oxyg. à la fin et par suite 93,79 p. 100 N. Si la vessie ne contenait point du tout d'oxygène avant le commencement de l'expérience, alors, il y est entré spécifiquement 2 grammes d'oxygène pendant l'expérience, et par suite spécifiquement il doit y être entré 6 grammes d'azote. On peut le calculer de la manière suivante :

6,21 p. 100 d'O × 16 = 99,26 poids pourcentage de O.

93, 79 p. 100 de N × 14 = 1313,06 poids poucentage de N.

99,26 + 1313,06 = 1412, 32 d'O + N poids pourcentage

1412,32 : 28,5 = 0,0202.

99,26 × 0,0202 = 2 grammes d'oxygène spécifique.

1313,06 × 0,0209 = 26gr,5 d'azote spécifique.

Sp. 8 grammes de gaz sont entrés dans la vessie aérienne.

Sp. 2 grammes d'oxygène.

Sp. 6 grammes d'azote.

Sp. 2 grammes d'oxygène, c'est le maximum, qui puisse être entré, car si, avant l'expérience, il y avait de l'oxygène dans la vessie, le chiffre est par là réduit, de même que s'il y avait de l'acide carbonique. Comme les vaisseaux sanguins contiennent de l'azote et aussi de l'oxygène, on pouvait s'attendre à ce que l'un entrât aussi bien que l'autre dans la cavité de la vessie.

XXIII. — *a*. Une Tinca vulgaris Cuv. pesant 539 grammes est contrôlée sans qu'elle ait subi une expérience.

1909	Le baromètre indique	Températ. dans la salle.	Températ. de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	
15 juin.	770 ½ mm.	16°C.	14½°C°	+ 6 gr.	
16 juin.	769 mm.	17°C.	14½°C°	+ 3,5 gr.	
17 juin.	772 ½ mm.	17°C.	14½°C°	+ 6,3 gr.	
18 juin.	773 ½ mm.	17°C.	14½°C°	+ 4 gr.	
19 juin.	770⅓ mm.	17½°C.	15°C.	+ 3 gr.	

Ce poisson a vécu dans le même aquarium que les autres Tincas, elle y a été laissée pour la comparaison. On constate aussi un changement de poids spécifique, mais il est inégal et ne va pas dans une direction positive, il indique qu'il existe encore d'autres sortes d'influences qui agissent sur le contenu de la vessie aérienne, que celles que nous avons déjà traitées.

b. Une Tinca vulgaris Cuv. de 465 grammes.

1909	Le baromètre indique	Températ. dans la salle.	Températ. de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATION
1er juillet	766 mm.	17½ °C.	15 °C.	+ 2 gr.	tuée par une incision à la nuque.

La vessie aérienne a un poids spécifique de — 24gr,2 et contient 0,83 p. 100 d'oxygène. Ce poisson n'a pas non plus subi d'expérience, la proportion de l'oxygène dans la vessie aérienne est très petite, moindre que 1 p. 100.

Je me suis souvent demandé si, de même que le sang est incessamment poussé par le cœur, il existerait aussi dans la vessie aérienne un écoulement incessant d'oxygène. Mais je n'en ai pas encore trouvé la trace. Ce poisson est la preuve qu'il n'y a pas d'écoulement constant. Il a été dans de l'eau bien aérée; mais l'exiguïté de l'aquarium l'empêche de faire les mouvements qui causent l'entrée des gaz dans sa vessie aérienne. C'est à cela que j'attribue le peu d'oxygène de sa vessie.

On ne doit pas chercher un rapport entre le manque d'oxygène dans l'expérience XIX et dans ce cas-ci. La tanche de XIX avait été apportée le 15 juin par le pêcheur et possédait encore au commencement de l'expérience à peu près la quantité d'oxygène qu'elle avait à l'état libre, mais ce dernier sujet a vécu du 15 juin au 1er juillet dans un petit bassin et a perdu par là son oxygène. Il l'a consommé sans avoir l'occasion de s'en procurer de nouveau.

XXIV. — Une Tinca vulgaris Cuv. de 366 grammes.

1909	Le baromètre indique	Températ. dans la salle.	Températ. de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATIONS
8 juill.	759 mm.	17° C.	15½° C.	+ 2 gr.	alourdie ensuite de 6 gr.
8 juill.	759 mm.	17° C.	15½° C.	+ 4.5 gr.	alourdie de 6 gr.
9 juill.	762 mm.	17° C.	15½° C.	— 1 gr.	alourdie ensuite de 5.4 gr.
10 juill.	755 ½ mm.	17° C	15¼° C.	— 1.6 gr.	alourdie de 5.4 gr.
12 juill.	764⅓ mm.	17° C.	15° C.	— 5.7 gr.	alourdie ensuite de 7.4 gr.
13 juill.	767 mm.	17° C.	15° C.	— 7.1 gr.	alourdie ensuite de 8.9 gr.
14 juill.	768 mm.	17⅓° C.	15° C.	— 10.6 gr.	tuée par une incision à la nuque.

La vessie aérienne pèse $28^{gr},5$ et contient 20 p. 100 d'oxygène.

Les vaisseaux sanguins sur la paroi de cette vessie sont très visibles, ils se montrent semblables à des rebords sur la partie postérieure.

Des vaisseaux sanguins se font voir aussi sur la partie antérieure.

20 p. 100 d'O $\times$ 16 = 320 poids pourcentage d'O.

80 p. 100 de N $\times$ 14 = 1120 poids pourcentage de N.

320 + 1120 = 1440 O + N poids pourcentage.

1440 : 28,5 = 0, 0918.

320 $\times$ 0, 0198 = 6,33 grammes O spéc.

1120 $\times$ 0,0198 = 22,17 grammes N spéc.

Sp. $15^{gr},1$ de gaz sont entrés.

Sp. $6^{gr},33$ d'oxygène.

Sp. $\overline{8^{gr},77}$ d'azote.

Le poisson a au plus fait entrer $6^{gr},33$ d'oxygène, et seulement dans le cas où il n'y avait pas d'oxygène dans la vessie au commencement de l'expérience ; en outre l'acide carbonique peut encore diminuer ce chiffre.

Les poissons des expériences XIX-XXV ont été reçus le même jour, bien que de deux pêcheurs différents, et aussi de différents lieux, mais ils ont été depuis le 15 juin dans les mêmes conditions.

La première Tinca de XXII a fait entrer au moins 6 grammes d'azote avec au plus 2 grammes d'oxygène. La Tinca de XXIV a fait entrer au moins 8,77 grammes d'azote avec au plus $6^{gr},33$ d'oxygène. La différence de ces deux résultats

est si grande qu'elle démontre qu'il n'y a pas un rapport constant entre les proportions d'oxygène et d'azote qui viennent dans la vessie aérienne.

Il y a trois remarques à faire sur cette expérience. D'abord nous voyons mentionné au 8 juillet : + 2 grammes et + 4gr,5. Entre ces deux pesés, il ne s'est pas écoulé un quart d'heure. J'ai d'abord pesé le fardeau, ensuite le poisson, tous les deux spécifiquement, après j'ai lié ce fardeau au poisson, mais l'animal fort s'y est opposé d'une manière terrible. Je l'ai laissé se débattre pendant quelques minutes pour voir les suites. Après que le fardeau lui a été mis, il est de nouveau pesé, et il est alors 10,5 — 6,0 = 4,5 grammes spécifiquement plus lourd que l'eau. En se débattant, il a employé 2gr,5 de gaz. Cela indique qu'un poisson muni de vessie aérienne emploie le gaz de cette vessie en faisant des efforts pour se défendre.

Nous avons déjà vu que ces gaz diminuent quand l'animal est allégé (j'ai imité dans l'expérience la diminution de pression qui se produit quand il nage vers le haut) ; nous voyons ici que les gaz diminuent aussi quand le poisson emploie ses forces à se défendre.

On voit en outre qu'il est très nécessaire, pour acquérir des résultats exacts, de maintenir les poissons tranquilles en les pesant, de même qu'en lés alourdissant ou en les allégeant. Pour y arriver, je prends les précautions suivantes. Je tiens dans l'aquarium un petit filet, qui sert généralement à attraper les papillons ; le poisson nage tranquillement et entre dans le filet, alors je prends l'anneau du filet d'une main et l'autre extrémité de l'autre et je fais glisser ainsi le poisson dans le bocal à peser. Puis il est tout de suite mis sur la balance. De cette manière, il n'oppose pas de résistance.

Pour l'alourdir ou l'alléger, le poisson est mis dans un baquet plein d'eau. Autour de sa tête, on enroule un mouchoir de manière que les yeux soient couverts ; dans ces conditions le poisson ne s'oppose pas à ce que je lui mette le ruban de laine, de façon que le fardeau ou les bulles d'air soient placés sur le dos, ou bien en haut sur les côtés. Si je prends la précau-

tion de lui couvrir les yeux, il ne résiste pas même quand je lui enlève la vessie aérienne.

Une deuxième observation : le 12 juillet, le poisson s'est rendu plus léger que l'eau, il est alourdi de $5^{gr},4$ et pèse $-5,7-5,4=-0,3$, ainsi il est, pourvu de l'appareil, $0^{gr},3$ plus léger que l'eau. Le 14 juillet, il est, pourvu de l'appareil, $1^{gr},7$ plus léger que l'eau. Cela prouve de nouveau qu'il n'y a pas de proportion directe entre la lourdeur du poids et la quantité de gaz qui entre. Quand cette quantité est moindre, on pourrait supposer que le poisson a consommé en même temps une partie des gaz de la vessie, mais ce n'est pas le cas ici, car la quantité de gaz allégeait davantage le poisson que le poids ne l'alourdissait.

Il me faut faire remarquer que dans cette expérience le fardeau était compliqué, il était formé d'un poids et de bulles d'air ; ainsi le fardeau était allégé un peu par les bulles d'air, mais poids et bulles réunis alourdissent le poids indiqué.

La troisième remarque est relative à la dilatation des vaisseaux sanguins, qui apparaissent plus visiblement qu'à l'ordinaire, ce que j'explique plus loin.

XXV. — Une Tinca vulgaris de 517 grammes.

1909	Le baromètre indique	Températ. de l'air dans la salle.	Températ. de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATIONS
10 juill.	755 ½ mm.	17° C.	$15^1/_4$° C.	+ 3 gr.	alourdie ensuite de 5,8 gr.
12 juill.	$764^1/_3$ mm.	17° C.	15° C.	— 4.3 gr.	alourdie de 5,8 gr. et fatiguée pendant 15 minutes.
12 juill.	»	»	»	— 1.6 gr.	alourdie de 5,8 gr.
14 juill.	768 mm.	$17^1/_3$° C.	15° C.		allégée de 19,8 gr.
15 juill.	767 mm.	18° C.	15° C.	+ 3.8 gr.	allégée de 19,8 gr.
16 juill.	761 mm.	$17^1/_4$° C.		+ 1.8 gr.	le poisson est affaibli et après l'incision à la nuque tout de suite mort.

La vessie aérienne s'allège de $32^{gr},7$ et elle contient 8,16 p. 100 d'oxygène.

Ce poisson s'est en deux jours allégé de $7^{gr},3$, savoir $1^{gr},5$ de plus que le poids dont il est alourdi. Alors je l'ai fatigué de la manière suivante : dans un bassin, où l'eau n'était que de

peu de centimètres plus haute que le poisson, je le laisse nager librement, mais de temps en temps je mets un obstacle à sa course en plaçant ma main sur son chemin, les doigts séparés de manière qu'il ne réussisse pas, malgré ses essais, à nager entre les doigts; cela irrite l'animal, il fait des efforts pour passer, jusqu'à ce qu'enfin je le lui permette. Le poisson est tout à fait libre, mais il rencontre un obstacle. Dans ses efforts pour surmonter cet obstacle, il use de l'oxygène, qu'il tire de sa vessie aérienne; par suite, il s'alourdit spécifiquement dans ce cas de $2^{gr},7$. Par l'expérience XXIV nous avons vu qu'un poisson emploie du gaz de sa vessie aérienne en se défendant, maintenant nous voyons qu'il fait de même en rencontrant un obstacle. Dans XXIV le poisson est harcelé, pris dans la main, en XXV il est libre.

On pourrait dire qu'il serait possible aussi que le poisson augmente de poids en s'irritant, parce qu'il presse la vessie aérienne par les muscles latéraux, mais si tel avait été le cas, j'aurais dû trouver des bulles d'air dans son canal intestinal ou je les aurais vues s'échapper de sa bouche, et je n'ai rien aperçu de pareil. Il est déjà connu que le poisson peut faire usage de l'oxygène de sa vessie aérienne dans le cas de l'asphyxie (1). Nous pouvons croire qu'ici le poisson se sert des gaz de sa vessie pour réparer la perte causée par les efforts pratiqués.

Deux jours après je l'ai allégé, et tout de suite il réagit en s'alourdissant. Affaibli enfin par toutes ces émotions, il cesse de réagir, les nerfs sont fatigués. Cela prouve de nouveau que les nerfs interviennent pour la réaction. Dans cette expérience, un alourdissement diminue d'abord le poids spécifique; après une irritation il l'augmente en peu de minutes; ensuite un allègement augmente de nouveau le poids spécifique, et enfin l'affaiblissement du poisson fait cesser l'effet de la réaction du dehors.

Chez chaque individu l'énergie des nerfs est différente; cela explique pourquoi chaque individu, bien que réagissant dans le même sens sous les diverses influences, réagit à un degré inégal. La grande augmentation produite pendant les

(1) Moreau, *op. cit.*

deux premiers jours par l'alourdissement est cause que le poisson a encore tant d'oxygène dans sa vessie aérienne. La dernière journée la vessie aérienne se dilate par le relâchement de la paroi et attire encore de cette manière les gaz des vaisseaux sanguins, mais sans que le poisson ait l'énergie d'y conduire du sang nouveau, car les vaisseaux sanguins de la paroi ne sont presque plus rouges.

XXVI. — *a*. Une Tinca vulgaris Cuv. de 362 grammes.

1909	Le baromètre indique	Températ. de l'air.	Températ. de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATIONS
28 oct.	755 mm.	16° C.	13½° C.	+ 0,5 gr.	alourdie ensuite de 7 gr.
» »	» »	» »	» »	+ 3,5 gr.	après l'alourdissement auquel elle a résisté.
29 oct.	761 mm.	16° C.	12° C.	— 6,5 gr.	alourdie de 13,5 gr.
» »	» »	» »	» »	— 4,5 gr.	après l'alourdissement, auquel elle s'est opposée.
30 oct.	766 mm.	14° C.	12° C.	— 6,5 gr.	alourdie de 13,5 gr.
31 oct.	767 ½ mm.	17° C.	12½° C.	— 6 gr.	tuée par une entaille dans la nuque.

La vessie aérienne pèse — 28gr,3 spécifiquement, elle contient 8gr,07 p. 100 d'oxygène, 6gr,9 p. 100 d'acide carbonique et 85gr,03 p. 100 d'azote.

b. Une Tinca vulgaris Cuv. de 390 grammes.

1909	Le baromètre indique	Températ. dans la salle.	Températ. de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATIONS
29 oct..	761 mm.	16° C.	12° C.	+ 2 gr.	allégée ensuite de 10 gr.
»	»	»	»	+ 2 gr.	après l'allègement auquel elle s'est soumise.
30 oct..	766 mm.	14° C.	12° C.	+ 6,5 gr.	allégée de 10 gr.
31 oct..	767 ½ mm.	17° C.	12½° C.	+ 7 gr.	— —
1er nov.	770 mm.	16° C.	13½° C.	+ 6,8 gr.	— —
2 nov..	776 mm.	16° C.	13½° C.	+ 7 gr.	allégée ensuite de 17 gr., elle a sauté hors de l'eau.
»	»	»	»	+ 9 gr.	après l'allègement, auquel elle s'est opposée.
3 nov..	768 mm.	15½° C.	14° C.	+ 9,5 gr.	allégée de 17 gr.
4 nov..	770 ½ mm.	14° C.	13½° C.	+ 7,5 gr.	tuée par une incision dans la nuque.

La vessie aérienne pèse spécifiquement — 19gr,6 et elle contient 5,76 p. 100 O,50 p. 100 CO^2 et 93,74 p. 100 N.

c. Une Tinca vulgaris Cuv. de 303 grammes.

1909	Le baromètre indique	Température. dans la salle.	Température. de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATION
5 nov..	770$^1/_3$ mm.	15° C.	»	0 gr.	tuée par une incision dans la nuque.

La vessie pèse spécifiquement — 22^{gr},3 et elle contient 4,62 p. 100 O, 0 p. 100 CO^2,95,38 p. 100 N.

Ce tableau montre que lorsque les poissons sont fatigués, ils cessent de réagir. L'influence de l'allègement ou de l'alourdissement reste la même, mais les nerfs sont fatigués et cessent de transmettre cette influence à la paroi de la vessie aérienne. A l'état libre, le poisson sera moins vite fatigué que dans l'expérience où le poisson est alourdi, mais ne descend pas. La paroi de la vessie doit se dilater davantage que dans la nature. Quand le poisson descend, la même quantité de gaz occupe moins d'espace, parce qu'il y a compression et par suite les parois ne sont pas forcées de se distendre autant sous le même poids. Quant à l'allègement dans l'expérience, le poisson ne monte pas, tandis que dans la nature il le fait : sous la même diminution de pression dans la nature les parois n'ont pas besoin de se resserrer autant, car les gaz restés à l'intérieur se dilatent dans l'ascension.

Une trop grande extension ou un trop grand rétrécissement des parois de la vessie aérienne seront gênants pour l'animal ; cette extension ou ce rétrécissement ont pourtant des limites dans la nature ; parce que l'entrée des gaz est compensée par leur contraction, et la sortie des gaz par leur extension, le poisson peut descendre et monter longtemps sans que sa vessie aérienne le gêne. Dans les expériences, les deux actions, qui se compensent, sont séparées ; par conséquent, l'une peut être étudiée et ses expressions peuvent être mesurées, sans que l'influence de l'autre, qui est assez connue, s'exerce. Le mouvement d'entrée et de sortie des gaz dans la vessie aérienne favorise l'écoulement des gaz dans le corps à un degré dépendant de la volonté et des besoins de l'animal, qui peut à son gré nager en haut et en bas.

Dans *a* de ce tableau, le 28 octobre, j'ai alourdi à dessein le poisson sans prendre de précautions ; l'animal a pu résister et, en se fatiguant de cette manière, il a consommé 3 grammes spécifiques de gaz dans le peu de temps employé pour l'alourdir. J'ai répété l'expérience le jour suivant.

Dans *b* de ce tableau, j'ai allégé un poisson avec les précautions nécessaires ; celui-ci ne s'y est pas opposé, il ne s'est pas fatigué, par suite il n'a pas perdu de gaz, tandis que le 3 novembre j'ai à dessein négligé ces précautions et le même animal s'est défendu et a perdu du gaz.

Le poisson dans *a* regagne du 28 au 29 octobre 10 grammes de gaz, tandis que l'alourdissement n'est que de 7 grammes. Cela démontre suffisamment que ce n'est pas seulement la pression dans la descente qui cause l'entrée des gaz dans la vessie, mais que cette entrée est de même favorisée par la consommation des gaz. Il a été alourdi de 7 grammes et en même temps il a consommé 3^{gr},5 ensuite il s'est produit un allègement de 10 grammes. L'une et l'autre circonstance cause un écoulement de gaz dans le corps du poisson.

La consommation de gaz aura aussi lieu chez les poissons sans vessie aérienne et favorisera chez ces animaux l'écoulement des gaz. Chez les poissons sans vessie aérienne, l'écoulement des gaz est réglé d'une autre manière que chez les poissons possédant une semblable vessie. Pourtant les influences qui favorisent l'écoulement n'ont pas besoin de différer en principe. L'influence de la consommation est égale chez tous. L'influence d'une forte pression est subie également par les poissons sans vessie aérienne, qui nagent à grande vitesse ; cette pression est causée chez eux par la résistance de l'eau ; mais comme il ne se forme pas un magasin dans leur corps, la vitesse de l'écoulement doit se régler selon le besoin momentané.

Il est compréhensible qu'il y a des poissons sans vessie aérienne parmi les bons nageurs et aussi parmi les poissons lents. Chez les poissons qui nagent à grande vitesse, la consommation de gaz sera forte, et la résistance de l'eau produira une pression : les deux choses influent sur la circulation des gaz. Leur façon de nager à bonne vitesse augmente l'écoulement des gaz dont ils ont besoin pour soutenir leurs forces vitales. Il est naturel

qu'une grande pression produise chez eux la même influence sur les vaisseaux sanguins que chez les poissons avec une vessie aérienne ; seulement ils ne rassemblent pas les gaz dans une vessie, mais les amènent tout de suite aux endroits de consommation.

Lors d'une excursion sur la mer, près de Roscoff, j'ai vu nager horizontalement les Scomber scombrus à un mètre environ au-dessous de la surface. Monter et descendre ne leur serait pas utile, comme aux poissons ayant une vessie aérienne. Le Scomber scombrus est très délicat, hors de l'eau il meurt immédiatement, et de grandes précautions sont nécessaires pour le transporter vivant. Chez les poissons lents, sans vessie aérienne, la pression augmentée de l'eau mentionnée ci-dessus fait défaut, leur circulation est lente.

Nous observons dans chaque expérience une diminution du degré de la réaction, ce que l'on peut attribuer à la résistance augmentante des parois, de même que l'arrêt de la réaction est dû à la fatigue des nerfs.

L'entrée des gaz par la descente et par cause de la consommation est due à un même acte. Si le poisson reste dans la même région horizontale, la consommation de gaz à l'intérieur causera une augmentation relative de la pression extérieure, par suite de la résistance intérieure amoindrie. Ainsi la descente vers un endroit plus bas et la consommation de gaz dans un endroit horizontal constant causent toutes les deux une pression extérieure augmentée, dont l'effet doit être de même nature et de même manière. Si un poisson consomme son gaz en descendant ou en montant, il s'ensuit une réaction composée. Une consommation en descendant causera une double pression ; la paroi de la vessie éprouvera une forte réaction. De l'effet de la descente et de l'effet de la consommation des gaz résulte une très vive circulation de gaz. Quand le sang ne peut pas en fournir une quantité satisfaisante, la proportion de gaz et surtout la proportion d'oxygène diminuera au lieu d'augmenter, ainsi que le prouvent quelques analyses du gaz des vessies de poissons tirés des régions basses, qui ne donnent pas la quantité d'oxygène attendue ; p. e. Delaroche mentionne 79,4 p. 100 O dans la vessie aérienne d'une Trigla lyra L. provenant d'une profon-

deur de 40 brasses et 56,7 p. 100 O dans celle d'une Trigla lyra pêchée à une profondeur de 80 brasses. Dans la montée la diminution de pression sera amoindrie par l'effet de la consommation, la sortie des gaz ne pourra plus être assez compensée par la dilatation, la pression diminuera plus lentement.

La sortie des gaz de la vessie est l'effet d'une action attirante, que produit l'ascension de même que la consommation. Dans l'ascension du poisson la pression diminue, les vaisseaux se dilatent, leur capacité est augmentée par la pression amoindrie, les vaisseaux sanguins retiennent les gaz qui entrent par les branchies. Les vaisseaux lymphatiques s'élargissent également sous la pression diminuée, et par suite ils peuvent aussi contenir plus de gaz, qu'ils attirent de la cavité de la vessie. Par la pression amoindrie les vaisseaux sanguins ne cèdent pas ou cèdent en moindre quantité leur gaz, tandis que les vaisseaux lymphatiques en prennent davantage. La quantité de gaz dans la cavité de la vessie diminuera ; la dilatation des gaz restés dans cette cavité compensera cette perte de façon que la vessie aérienne occupe à peu près le même espace durant cette action et ne gêne pas l'animal.

Si par suite de la consommation les vaisseaux lymphatiques attirent les gaz de la cavité, la quantité de gaz diminue dans la vessie, et le poisson devient trop lourd. Il en résulte une plus grande différence entre le poids spécifique de l'eau et celui du poisson, ce qui cause une action sur les nerfs. Ils compriment les vaisseaux et produisent de nouveau une entrée de gaz dans la vessie, pour réparer la perte causée par la consommation. Si le poisson consomme les gaz dans une position horizontale, dans la descente ou dans la montée, l'effet sera différent dans ces trois cas, à cause des actions accessoires. Dans la descente, la consommation s'ajoute à la pression progressive et l'augmente ; dans une position horizontale, elle agit seule ; et dans la montée, elle augmente la sortie des gaz plus que la dilatation ne peut la compenser.

Quand les nerfs subissent une pression augmentée quelconque, ils agissent sur les vaisseaux de façon à comprimer ces vaisseaux. Cette compression est cause que les gaz des vaisseaux sanguins sont forcés de se rendre dans la cavité de la vessie

aérienne, où il y a de la place. La compression augmentée des parois des vaisseaux sanguins force les gaz à entrer. Également, en même temps, les vaisseaux lymphatiques subissent une compression, et aussi leur capacité intérieure diminue, alors ceux-ci n'attirent que peu de gaz ou pas du tout, selon le degré de compression. Il s'ensuit que la vessie se remplit de plus en plus ; la compression des gaz par la descente compensera l'augmentation de la quantité, de manière que la vessie aérienne occupe à peu près le même espace et ne gêne pas l'animal.

Dans les expériences, j'ai observé que les poissons allégés respirent d'abord fortement avec la bouche ouverte ; et sous un alourdissement les poissons respirent peu au début et très calmement, la bouche presque fermée. Ceci s'explique de la manière suivante : en cas d'un allégement les vaisseaux se dilatent et peuvent contenir plus de gaz ; par suite, la respiration par les branchies est plus intense afin de suffire à ce besoin et en outre les vaisseaux sanguins ne cèdent plus de gaz à la vessie aérienne, mais ils les retiennent pour remplir leur capacité intérieure augmentée. Au contraire, en cas d'un alourdissement, la capacité intérieure des vaisseaux diminue, les gaz superflus sont poussés dans la vessie aérienne, et la respiration peut diminuer par la diminution de la capacité intérieure des vaisseaux.

Cet élargissement et ce rétrécissement des vaisseaux régis par les nerfs, sous l'influence d'une pression diminuée ou augmentée quelconque, si les nerfs sont énergiques, l'action sera forte, si les nerfs sont impuissants ou épuisés, l'action sera faible, ainsi qu'on peut suffisamment le constater dans les diverses expériences.

Les gaz n'entrent pas dans la cavité et n'en sortent pas dans les proportions où ils se trouvent dans les vessies aériennes; cela dépend de l'affinité différente du contenu des vaisseaux sanguins et des vaisseaux lymphatiques pour ces différents gaz. Ainsi s'explique le besoin de différentes voies pour l'entrée et la sortie des gaz : le sang artériel, bien oxygéné, cédera de son oxygène ; la lymphe, peu oxygénée, en prendra volontiers. Sous une pression augmentée, non seulement les vaisseaux sanguins, mais aussi les vaisseaux lymphatiques sont rétrécis ; les gaz,

pressés dans la cavité de la vessie aérienne, n'en sortiront pas, ou peu et lentement. Si la compression des gaz elle-même ne survient pas, cas qui a lieu dans les expériences où cette compression des gaz est évitée, il arrive un moment où la paroi résiste avec énergie à une plus grande extension; la cavité n'accepte plus de gaz, lesquels sont forcés dans ce cas de s'entasser dans les vaisseaux sanguins de la paroi, pour attendre le moment où la pression sur eux est plus forte que la résistance de la paroi de la vessie aérienne et où ils peuvent être refoulés dans la cavité. Ce cas se présente dans XXI où les vaisseaux sanguins apparaissent comme des rebords sur la paroi de la vessie après un alourdissement prolongé. Cette circonstance ne se produira probablement pas chez un poisson à l'état libre, quand dans la descente les gaz sont en même temps comprimés et que par conséquent la vessie peut en contenir davantage. D'autant plus que la descente est soumise à la volonté de l'animal, qui peut faire cesser l'influence en ne descendant plus, quand cela le gêne.

Comme, dans la mort par l'asphyxie, les branchies cessent leur fonction, la consommation de l'oxygène de la vessie aérienne n'est bientôt plus suivie d'une entrée de nouvel oxygène. Cela indique que les gaz n'entrent pas par le canal pneumatique. L'air pris par le poisson à la surface de l'eau est avalé pour subvenir aux besoins des branchies, ce que nous avons déjà traité.

Pour rechercher la proportion de l'acide carbonique, j'intercale dans le tube capillaire de caoutchouc, qui lie le trocart à la burette, une boule de verre ovale; celle-ci se termine aux deux extrémités par un tube fin, qui s'ajuste aux tubes capillaires liés au trocart et à la burette. Quand les gaz passent de la vessie dans la burette, cette boule d'air se remplit aussi, je ferme ensuite le robinet de la burette et celui du trocart. Avec une flamme horizontale je souffle les petits tubes de la boule de verre au milieu jusqu'à ce qu'ils se ferment. La capacité intérieure de la boule de verre est premièrement constatée. Je recherche de la manière connue la proportion d'acide carbonique du gaz de cette boule de verre avec de l'acide oxalique et une solution de baryte. Comme je l'ai déjà dit, l'oxygène est

recherché par les gaz entrés dans la burette. Le chiffre de l'acide carbonique doit être retranché du chiffre de l'oxygène, pour trouver la proportion exacte de ce gaz. La proportion de l'oxygène et de l'acide carbonique connue, le reste est considéré comme de l'azote.

XXVII. — *a.* Une Tinca vulgaris Cuv. de 379 grammes.

1910	Le baromètre indique	Température dans la salle.	Température de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATIONS
3 mars.	771 ½ mm.	17½ °C.	8°C.	+ 2 gr.	allégée ensuite de 9,4 gr.
4 mars.	762 ⅔ mm.	17½ °C.	7½ °C.	+ 1,4 gr.	allégée de 9,4 gr.
9 mars.	763 ½ mm.	15°C.	9°C.	— 9,4 gr.	tuée.

La vessie aérienne contient 0,97 p. 100 d'O, 1,25 p. 100 de CO^2, 97,78 p. 100 de N; dans le bocal à peser, elle tient le volume de 14 centimètres cubes d'eau.

b. Une Tinca vulgaris Cuv. du poids de 376 grammes.

1910	Le baromètre indique	Température dans la salle.	Température de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATIONS
3 mars.	771 ½ mm.	17½ °C.	8°C.	+ 1 gr.	alourdie ensuite de 8,1 gr.
»	»	»	»	+ 1 gr.	après l'alourdissement.
4 mars.	762 ⅔ mm.	17½ °C.	7½ °C.	— 2,1 gr.	alourdie ensuite de 4 gr.
7 mars.	771 mm.	16½ °C.	10½ °C.	— 3 gr.	alourdie ensuite de 10,5 gr.
8 mars.	768 ½ mm.	15½ °C.	9°C.	— 3,5 gr.	elle s'est tournée sur le dos, reposant sur le fardeau; tuée.

La vessie aérienne contient 15,41 p. 100 d'O, 1,25 p. 100 de CO^2, 83, 34 p. 100 de N; dans le bocal à peser, elle tient le volume de 27^{cmc},5 d'eau.

c. Une Tinca vulgaris Cuv. qui pèse 384 grammes.

1910	Le baromètre indique	Température dans la salle.	Température de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATION
3 mars.	771 ½ mm.	17½ °C.	8°C.	+ 4 gr.	
4 mars.	762 ⅔ mm.	17½ °C.	7½ °C.	+ 0 gr.	
10 mars.	761 ¾ mm.	15½ °C.	9½ °C.	+ 0 gr.	tuée.

La vessie aérienne contient 0,92 p. 100 d'O, 1,18 p. 100

de CO^2, 97,90 p. 100 de N; dans le bocal à peser, elle tient le volume de 30cmc,1 d'eau.

Cette expérience démontre qu'il n'y a pas de rapport entre la quantité d'oxygène qui est entrée dans la vessie et la quantité d'acide carbonique.

Esox lucius L.

XXVIII. *a.* — Un Esox lucius de 203 grammes.

1909	Le baromètre indique	Températ. dans la salle.	Températ. de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATIONS
9 août.	765 ½ mm.	19⅔ °C.	17° C.	+ 2 gr.	alourdi ensuite de 7,2 gr.; il respire calmement.
10 août.	769⅓ mm.	20 °C.	17½° C.	— 4,7 gr.	alourdi de 7,2 gr.
11 août.	772⅓ mm.	19½ °C.	17½ °C.	— 6 gr.	il se tient tranquille près de la surface; alourdi ensuite de 13,2 gr.; il nage vers la surface et veut sauter hors de l'eau, ce dont il est empêché par le couvercle de fil de fer.
12 août.	770 mm.	19½ °C.	17⅔ °C.	— 9,7 gr.	

b. Un Esox lucius du poids de 250 grammes.

1909	Le baromètre indique	Températ. dans la salle.	Températ. de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATIONS
9 août.	765 ½ mm.	19⅔ °C.	17° C.	+ 1 gr.	allégé ensuite de 9,5 gr.; il respire fortement, il se dirige vers l'endroit d'où vient l'eau courante.
10 août.	769⅓ mm.	20°C.	17½ °C.	+ 13,5 gr.	allégé de 9,5 gr.
11 août.	772⅓ mm.	19½ °C.	17½ °C.	+ 17 gr.	allégé ensuite de 16,5 gr.
12 août.	770 mm.	19½ °C.	17⅔ °C.	+ 14 gr.	

Cette expérience nous montre que l'Esox lucius réagit de la même manière, et même avec plus d'énergie encore, que les Cyprins, malgré la grande différence dans la forme et la connexion de leurs vessies.

XXIX. — Un Esox lucius qui pèse 274 grammes.

1909	Le baromètre indique	Températ. dans la salle.	Températ. de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATIONS
9 août.	765 ½ mm.	$19^2/_3$°C.	17°C.	+ 8 gr.	il vit à peine.
10 août.	$769^1/_3$mm.	20° C.	17 ½°C.	+ 10,5 gr.	il est mort.

Ceci fait voir que le brochet aussi emploie en mourant les gaz de sa vessie aérienne et n'en acquiert pas de nouveaux.

XXX. — Un Esox lucius de 256 grammes.

1909	Le baromètre indique	Températ. dans la salle.	Températ. de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATIONS
10 août.	$769^1/_3$mm.	20° C.	17°C.	+ 1 gr.	ensuite je l'ai fatigué 15 minutes, il s'est défendu.
10 août.	»	»	»	+ 6 gr.	après avoir été fatigué.
10 août.	»	»	»	+ 1 gr.	deux heures plus tard, pendant ce temps il a sauté hors de l'eau, mais je l'y ai rapporté tout de suite.

Ce brochet a usé 5 grammes de gaz dans le quart d'heure pendant lequel je l'ai fatigué, ce à quoi il s'opposait vivement. En deux heures il a su réparer la perte.

XXXI. — Un Esox lucius.

1909	Le baromètre indique	Températ. dans la salle.	Températ. de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATIONS
13 août.	768 mm.	$19^3/_4$°C.	18°C.	+ 0,7 gr.	ensuite je fatigue le poisson.
13 août.	»	»	»	+ 2,7 gr.	après la fatigue.
13 août.	»	»	»	+ 2,7 gr.	il se précipite dans l'eau plusieurs fois.
13 août.	»	»	»	+ 0,7 gr.	après ces mouvements soudains.

J'ai dit que chaque pression sur le poisson cause une entrée de gaz dans la vessie aérienne. L'Esox lucius a l'habitude de se précipiter soudainement dans l'eau. C'est là un mouvement à l'improviste, qui dépend de la volonté de l'animal. Il fend l'eau avec force et dans ce mouvement soudain et vigoureux il subit une résistance de l'eau. En

vainquant cette résistance, il reçoit une pression augmentée de l'eau; cette pression produit l'entrée des gaz, et par suite une augmentation de la proportion d'oxygène. J'ai contrôlé le fait de la manière suivante.

Dans un bassin où l'eau est haute de quelques centimètres seulement, je mets un Esox lucius. Je tiens la paume de la main contre la bouche de l'Esox, en retirant ensuite la main pour la placer de l'autre côté du bassin. Le brochet se précipite dans l'eau, et rencontre de l'autre côté la main, on sent la force avec laquelle il la pousse, mais en rencontrant cette résistance il se retire. Je recommence plusieurs fois pendant un quart d'heure.

Le brochet a été d'abord fatigué comme on voit par le tableau ci-dessus; l'excitation à faire ces sauts précipités dans l'eau peut être causée par la perte de gaz subie pendant la fatigue précédente ou par le fait que je touche le poisson chaque fois à la bouche avec la paume de la main. Nous voyons que ce brochet a gagné deux grammes de gaz par la pression augmentée qu'il a subie dans ces mouvements précipités.

Dans l'expérience XXX, en regagnant les gaz perdus par la fatigue, il saute de lui-même hors du bassin, en subissant ainsi la résistance de l'eau et ensuite de l'air.

Cela explique pourquoi les poissons volants ont tant d'oxygène dans leurs vessies aériennes, quand on recherche ces gaz, après qu'ils ont volé. M. Erman (1) mentionne 50 p. 100 d'oxygène dans la vessie aérienne d'un Exocoetus evolans. La résistance de l'eau d'abord et de l'air ensuite, que ces poissons ont à surmonter, produit la pression augmentée nécessaire à l'entrée des gaz dans la vessie aérienne.

Un poisson se fatigue, si l'on joue avec lui et s'il se défend. Quand le poisson supporte tranquillement qu'on le dérange, il ne fait pas d'efforts et par suite il ne changera pas de poids spécifique, ainsi que je l'ai expérimenté.

Dans cette expérience, le brochet nageait horizontalement, et pourtant les gaz dans sa vessie aérienne ont augmenté. Ce fait nous apprend deux choses : D'abord que la pression

(1) Erman, 1835.

augmentée horizontale peut effectuer, aussi bien que la pression augmentée verticale, une entrée des gaz dans la vessie aérienne. Quand un poisson nage avec force obliquement, les deux pressions se combinent. Ensuite qu'il n'est pas nécessaire que le poisson ait exactement le poids spécifique de l'eau. L'eau a une consistance assez solide pour que le poisson s'y tienne à toute hauteur, en s'écartant du poids spécifique de l'eau dans des limites qui sont inégales pour les différentes formes de poissons. Un poisson serait forcé de descendre après chaque fatigue, s'il devait avoir exactement le poids spécifique de l'eau pour s'y tenir.

XXXII. — J'ai enveloppé en partie le corps d'un Esox lucius avec un large ruban de façon que les mouvements des nageoires ventrales et pectorales lui soient complètement interdits. L'animal va au fond de l'eau où il reste tout le temps. Quand je défais ce ruban, le brochet reste encore sur le fond. Pendant qu'il a été enveloppé il n'a pas subi une pression augmentée, puisque la laine ne le serre pas. Il ne pouvait pas se procurer de nouveau gaz dans sa vessie par une pression augmentée, soit en se précipitant avec force dans l'eau, soit en descendant. Il a pourtant consommé des gaz. Par suite, il est devenu spécifiquement plus lourd. Il y a eu des gaz employés; une entrée de nouveaux gaz dans la vessie aérienne n'a pas eu lieu, parce que les mouvements pour en introduire ont été interdits au poisson; une dilatation des gaz conservés encore dans la vessie n'a pas eu lieu non plus, parce qu'une montée lui était également interdite. Par suite, il est devenu spécifiquement plus lourd d'une manière extraordinaire et il reste d'abord sur le fond.

Pourtant il se forme une pression augmentée par la différence progressive survenue entre le poids spécifique de l'eau et celui du poisson pendant l'enveloppement par la laine, ce qui entraîne de nouveau une entrée de gaz dans la vessie aérienne, et est cause que le poisson, en peu de temps, retrouve son poids spécifique ordinaire, même quand il ne fait pas d'efforts spéciaux pour cela. Chaque écart dans le poids spécifique, qui se produit dans la vie du poisson, peut se réparer naturellement, ainsi que par des mouvements volontaires de l'animal.

XXXIII. — Un Esox lucius, qui pèse 278 grammes.

1909	Le baromètre indique	Températ. dans la salle.	Températ. de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATIONS
17 août.	760 ½ mm.	20°C.	18°C.	+ 6,5 gr.	alourdi ensuite de 9,5 gr.
18 août.	755 mm.	19½°C.	18°C.	+ 6,7 gr.	alourdi de 9,5 gr.
19 août.	767 ½ mm.	19°C.	17°C.	+ 2 gr.	—
20 août.	766 ½ mm.	19°C.	18°C.	— 2,3 gr.	—
22 août.	763 mm.	17⅔°C.	17°C.	— 9,5 gr.	alourdi de 9,5 gr., il nage en tout sens.
23 août.	761 ½ mm.	18°C.	17½°C.	— 7,3 gr.	il est mort.

La vessie aérienne pèse spécifiquement — 22gr,5 et contient 21,85 p. 100 d'O, 2 p. 100 de CO^2, 76,15 p. 100 de N. Elle est très dilatée, la partie antérieure surtout. Il est à remarquer que même dans les vessies non divisées la partie antérieure se dilate le plus. Dans la partie antérieure de cette vessie se montre au côté inférieur une tache verte.

Dans plusieurs expériences, j'ai observé dans la partie antérieure de la paroi, au côté inférieur de la vessie aérienne, une tache brune ou verte, située au même endroit et de la même grandeur.

Chez les Cyprins, j'ai souvent remarqué un épaississement de la paroi de la vésicule antérieure, au côté inférieur, à l'endroit où se trouve le muscle large. Il est causé par l'amas d'un liquide blanc, qui, vu avec un fort grossissement, consiste en une masse de petits corps ovales; ces corps ont d'un côté une entaille et deux petites taches rondes. J'ai vu cela souvent après un allègement des Cyprins, mais une fois aussi après un alourdissement.

XXXIV. — *a* Un Esox lucius de 275 grammes.

1910	Le baromètre indique	Températ. dans la salle.	Températ. de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATIONS
3 mars.	771 ½ mm.	17° ½C.	8°C.	+ 7 gr.	alourdi ensuite de 7,1 gr.
4 mars.	762 ⅔ mm.	17° ½C.	7½°C.	+ 1,9 gr.	alourdi de 7,1 gr.
6 mars.	769 ½ mm.	17½°C.	7°C.	— 3,1 gr.	tué.

La vessie aérienne pèse spécifiquement — 18gr,9 et elle contient 31,48 p. 100 d'O, 1 p. 100 de CO^2, 67,52 p. 100 de N.

b. Un Esox lucius de 302 grammes.

1910	Le baromètre indique	Température dans la salle.	Température de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATIONS
3 mars.	771 ½ mm	17 ½ °C.	8 °C.	+ 4 gr.	allégé ensuite de 7 gr.
4 mars.	762 ⅔ mm.	17 ½ °C.	7 ½ °B.	+ 8 gr.	allégé de 7 gr.
6 mars.	769 ½ mm.	17 ½ °C.	7 °C.	+ 7 gr.	il est mort.

La vessie aérienne pèse spécifiquement — 10gr,1, et elle contient 0 p. 100 d'O, 1,44 p. 100 de CO^2, 98,56 p. 100 de N.

c. Un Esox lucius du poids de 311 grammes.

1910	Le baromètre indique	Température dans la salle.	Température de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATION
3 mars.	771 ½ mm.	17 ½ °C.	8 °C.	+ 6 gr.	avant il avait sauté hors du bassin, je le trouvai sur les pierres.
4 mars.	762 ⅔ mm.	17 ½ °C.	7 ½ °C.	+ 0 gr.	
6 mars.	769 ½ mm.	17 ½ °C.	7 °C.	+ 0 gr.	

La vessie aérienne pèse spécifiquement — 18gr,7 et elle contient 25,59 p. 100 d'O, 1,84 de CO^2, 72,57 p. 100 de N.

Chez le brochet, je ne puis pas constater non plus de rapport entre la proportion de l'oxygène et celle de l'acide carbonique. Dans *c*, la grande quantité d'oxygène peut avoir été en partie produite par le saut.

Perca fluviatilis L.

XXXV. — *a*. Une Perca fluviatilis de 210 grammes.

1910	Le baromètre indique	Température dans la salle.	Température de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATION
29 mars.	778 ¾ mm.	12 ½ °C.	9 ½ °C.	— 0,3 gr.	après être alourdie de 3,3 gr.

Après l'expérience, la vessie aérienne pèse spécifiquement 15gr,7 de moins que l'eau, et elle contient 9 p. 100 d'O, 3,08 p. 100 de CO^2, 87,92 p. 100 de N.

b. Une Perca fluviatilis de 233 grammes.

1910	Le baromètre indique	Températ. dans la salle.	Températ. de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATIONS
23 mars.	775 ½ mm.	14°C.	9 ½ °C.	+ 2 gr.	allégée ensuite de 4,9 gr.
»	»	»	»	+ 3,9 gr.	après l'allègement.
24 mars.	775 mm.	13°C.	8 ½ °C.	+ 4,9 gr.	allégée ensuite de 9,8 gr.
25 mars.	774 mm.	13°C.	8 ½ °C.	+ 4,3 gr.	allégée de 9,8 gr.
26 mars.	771 ½ mm.	14 ½ °C.	9°C.	+ 6,3 gr.	tuée.

La vessie aérienne pèse spécifiquement 16gr,2 de moins que l'eau et elle contient 0,06 p. 100 d'O, 0 p. 100 de CO^2, 99,04 p. 100 de N.

c. Une Perca fluviatilis du poids de 191 grammes.

1910	Le baromètre indique	Températ. dans la salle.	Températ. de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	
23 mars.	775 ½ mm.	14°C.	9 ½ °C.	+ 2 gr.	
24 mars.	775 mm.	13°C.	8 ½ °C.	+ 2 gr.	
25 mars.	774 mm.	13°C.	8 ½ °C	+ 4,5 gr.	
26 mars.	771 ½ mm.	14 ½ °C.	9°C.	+ 3 gr.	

La vessie aérienne pèse spécifiquement 13gr,4 de moins que l'eau, et elle contient 2,22 p. 100 de CO^2.

Anguilla vulgaris L.

Avec les anguilles le pêcheur m'apporte quelques vessies aériennes isolées. Dans l'une de ces dernières se trouvent 32,47 p. 100 d'oxygène.

XXXVI. — *a*. Une Anguilla vulgaris du poids de 341gr,5 et d'une longueur de 56 centimètres.

1909	Le baromètre indique	Températ. dans la salle.	Températ. de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATIONS
20 mai.	773 mm.	16°C.	12 ½ °C.	+ 7,3 gr.	alourdie ensuite de 6,5 gr.
21 mai.	767 ½ mm.	17 ½ °C.	14°C.	+ 4 gr.	alourdie de 6,5 gr.
22 mai.	767 ½ mm.	18°C.	16 ½ °C.	+ 3,5 gr.	— —
24 mai.	772 mm.	18 ½ °C.	15°C.	+ 2,5 gr.	— —
25 mai.	756 mm.	19°C.	15 ½ °C.	+ 2 gr.	elle s'est tournée maintenant sur le dos, de façon à reposer sur le fardeau, au lieu d'être dessous. Tuée.

La vessie aérienne est longue de 9 centimètres et fortement dilatée ; elle contient 63,02 p. 100 d'O. Les vaisseaux sanguins et les corps rouges ne sont pas gonflés.

b. Une autre Anguilla vulgaris de la même taille environ.

1909	Le baromètre indique	Températ. dans la salle.	Températ. de l'eau du bocal à peser.	Poids spécifique.	OBSERVATIONS
19 mai.	773 mm.	15,5°C.	13°C.	+ 10,3 gr.	allégée ensuite de 6 gr., elle ne peut plus descendre au fond.
20 mai.	773 mm.	16°C.	12½°C.	+ 9,3 gr.	allégée de 6 gr.
21 mai.	767 ½ mm.	17½°C.	14°C.	+ 9,2 gr.	allégée de 6 gr., elle se meut près du fond.
22 mai.	767 ½ mm.	18°C.	16½°C.	+ 15 gr.	allégée ensuite de 10 gr. elle ne peut plus descendre de nouveau jusqu'au fond.
24 mai.	772 mm.	18½°C.	15°C.	+ 14 gr.	elle est morte, et ne repose pas sur le fond.

La vessie aérienne ne contient qu'un peu d'écume. Les vaisseaux sanguins et les corps rouges sont gonflés.

Ce poisson est plus lourd que l'eau. C'est une condition naturelle qui s'explique par le fait qu'étant seulement allégé de 6 grammes au moment où il est plus lourd de 10 grammes, il ne peut pas au début aller au fond de l'eau, bien qu'il fasse tous ses efforts pour y arriver.

Les pêcheurs distinguent entre les anguilles grossières et les anguilles fines. Les premières ont une vie intense ; on les prend avec des hameçons ; leur vessie aérienne est grande et réagit fortement aux expériences. Les dernières ont une vie paresseuse, on les attrape dans des filets, leur vessie aérienne est petite et réagit faiblement. J'ai fait des expériences avec les unes et les autres, celles mentionnées ci-dessus se rapportent aux premières.

Ayant parlé de mes recherches physiologiques sur les poissons d'eau douce, je veux encore apporter en peu de mots quelques observations physiologiques relatives aux poissons de mer, faire quelques remarques embryologiques, et dire de quelle manière j'ai examiné la paroi de la vessie aérienne.

A Roscoff, j'ai pu constater que les poissons de mer en

se fatiguant perdent une partie de l'oxygène de leur vessie aérienne. Là, j'ai eu l'avantage de pouvoir analyser les gaz de cet organe dans quelques espèces de poissons, après que les individus étaient fatigués par une expérience et avant qu'ils n'aient subi aucune fatigue. Des premiers, j'ai analysé les gaz, après que M. le Professeur Fr. Houssay les avait soumis à une expérience dans d'autres intentions. Je travaillais alors avec un appareil de Hempel, dont la burette contient 100 centimètres cubes et je rassemblais les gaz au-dessus de l'eau. La possibilité n'étant pas exclue que l'eau absorbe encore des gaz, je me suis procuré, avant de commencer mes recherches sur des poissons d'eau douce, un appareil de Hempel, réduit à un cinquième, dont la burette ne contient que 20 centimètres cubes, et j'ai rassemblé les gaz au-dessus du mercure.

Le résultat, au laboratoire de Roscoff, a été qu'un Crenilabrus melops Linn., long de 180 millimètres, qui vit dans l'herbier près de Roscoff, avait 19,64 p. 100 d'oxygène dans sa vessie aérienne, tandis qu'un individu, long de 140 millimètres et fatigué par une autre expérience, en avait 10.53 p. 100. Un Labrus Bergylta Ascan., long de 216 millimètres, avait 18.28 p. 100 d'oxygène, tandis qu'un exemplaire fatigué, long de 195 millimètres, n'avait que 9,8 p. 100 d'oxygène, et un autre, qui était non seulement fatigué, mais qui était mort à la suite de la fatigue, n'avait plus le lendemain que 3,7 p. 100 d'oxygène. Ce dernier mesurait 200 millimètres. Un Gadus merlangus L., long de 200 millimètres et non fatigué, avait 15,62 p. 100 d'oxygène.

Je n'ai pas trouvé une quantité notable d'acide carbonique. Un Labrus Bergylta, long de 250 millimètres, possédait dans sa vessie 23,87 p. 100 d'oxygène, 1,13 p. 100 de CO^2 et 75 p. 100 de N.

Le plus souvent, j'extrayais les gaz de la vessie aérienne, lorsque les poissons vivaient encore. Si je voulais vider l'organe à fond, j'obtenais à la fin du sang dans le trocart. En ouvrant ensuite l'animal, je trouvais du sang dans la vessie. Comme dans ce cas j'avais prolongé l'extraction des gaz, il s'était formé un vide. Les parties cohérentes de la vessie ne pouvant se rapprocher suffisamment, cet organe ne peut se

contracter tout à fait. Cela prouve qu'il y a des pores, bien que très fins, dans l'épithelium intérieur de la paroi qui ont fait passer le sang. C'est peut-être aussi par ces voies que les gaz entrent dans la cavité.

Si je vidais la vessie aérienne d'un poisson et remettais ensuite l'animal dans le grand bassin, il se rétablissait; après quelques heures, il nageait normalement et n'était plus à distinguer des autres.

J'avais apporté de Bergen quelques vessies aériennes provenant de Sebastes, et à l'état sec. Quatre mois après environ, je recherchai les gaz de leurs cavités. Je les mis auparavant quelque temps dans l'eau pour pouvoir y enfoncer le trocart. Dans l'uñe, je trouvai encore 53,33 p. 100 d'oxygène. Cela prouve que, même à l'état sec, la paroi de la vessie ne laisse pas passer de gaz.

Dans une vessie, provenant d'une Trigla hirundo Bl., que j'avais reçue de Schéveningue, j'observai 45,23 p. 100 d'O, 2,21 p. 100 de CO^2 et 52,56 p. 100 de N. Dans une autre, de la même origine, 63,43 p. 100 d' O, 1,95 p. 100 de CO^2 et 34,62 p. 100 de N. De Trigla hirundo, j'avais des vessies petites et des grandes. Les dernières contenaient une proportion plus grande d'oxygène que les petites. Dans une petite il y avait 22,04 p. 100 d'oxygène.

Pour examiner le développement de la vessie aérienne, j'ai eu des embryons de Sebastes viviparus Kroy. pris de l'animal femelle et des jeunes qui nageaient déjà librement, et qui avaient été capturés dans le filet planktonique. Je les dois à la complaisance de M. le docteur D. Damas, de Bergen. J'ai pu suivre le développement de l'œuf et de l'embryon du Salmo irideus Gibb. jusqu'à ce que les jeunes nageassent en tout sens et que les vessies aériennes fussent développées. Grâce à la complaisance du directeur du « Heide Maatschappy » j'ai obtenu des œufs fécondés provenant des couvées des viviers de Vaasen. J'ai observé également le développement des œufs et des jeunes de la Perca fluviatilis. Dans l'aquarium où j'avais des Perca fluviatilis pour mes expériences physiologiques, je vis un matin du frai mûr et fécondé. J'ai étudié les différents stades en préparant des coupes microtomiques.

Un peu après leur sortie de l'œuf, les jeunes Perca fluviatilis nageaient en sens vertical dans toute la hauteur de l'eau. Sitôt qu'ils avaient atteint la surface, ils se tournaient pour descendre tout au fond ; ensuite ils se détournaient pour atteindre la surface, et ils continuaient ce manège pendant des heures. De temps en temps, quelques-uns se mettaient sur le fond pour se reposer.

Après l'étude que j'ai faite de la fonction de la vessie aérienne, j'estime que ces mouvements favorisent le développement de la circulation des gaz dans le corps des poissons. J'en conclus que les premiers gaz sont introduits dans la vessie aérienne par la paroi quand le poisson descend et que ces gaz ne sont point du tout avalés par le conduit pneumatique. Ainsi, chez le Salmo irideus, j'observai la cavité dans la vessie aérienne après que les jeunes avaient la capacité de nager en tout sens.

Ainsi s'explique le développement retardé de cette vessie qui ne se remplit que par suite d'une pression augmentée ou progressive ; ce qui ne peut avoir lieu qu'après que les jeunes se déplacent verticalement, ou après qu'ils ont subi une résistance augmentée de l'eau dans la direction horizontale ; les deux choses peuvent se produire à la fois quand ils nagent dans la direction oblique.

Ainsi s'explique également que cet organe, d'abord encore massif, à un certain stade du développement des jeunes individus, se montre tout à coup creux. Les gaz y entrent quand le poisson nage avec assez d'activité. Quand il nage dans le sens vertical, la descente produit la pression augmentée qui cause une entrée des gaz de la paroi, alors la cavité se forme, et elle n'a plus qu'à s'agrandir. Dès qu'il sort aussi du gaz de cette cavité, soit que le poisson le consomme, soit qu'il monte, la circulation se trouve favorisée par cette vessie.

Le fait que la cavité de la vessie ne se remplit qu'après que les jeunes individus se meuvent en tous sens prouve que les gaz y sont introduits dès le premier moment par une pression augmentée sur le corps ; il prouve également que les gaz sont amenés dans le corps du poisson par la respiration branchiale. Ainsi s'explique l'arrivée tardive de l'organe, ainsi que son existence pour les besoins de la circulation des gaz.

Cette circulation étant organisée de diverses manières, selon les besoins et les conditions inégales de la vie des différentes espèces de poissons, la formation de la vessie n'a pas lieu quand la circulation n'en a pas besoin. Et elle disparaît quand les conditions de la vie changent de telle manière qu'elle n'est plus nécessaire, comme dans le turbot.

Cette disparation prouve sa nécessité dans d'autres conditions.

Le fait qu'il existe plusieurs genres avec des espèces où cet organe est absent, tandis que les autres espèces le possèdent, indique que sa présence tient à la manière de vivre de l'espèce et à l'arrangement spécial de sa circulation de gaz.

La vessie est, par exemple,

absente dans :	*présente dans :*
Glyptosternum Madraspatanum, Day.	Glyptosternum telchitta (H. B.) Day (en deux parties latérales).
Polynemus paradiseus, L.	Polynemus sextarius, Bl. Schn. (petite).
— heptadactylus, C. et V.	— sexfilis, C. et V. (grande) (1).
— xanthonemus, C. et V.	— indicus, Shaw. (prolongée).
— tetradactylus, Shaw.	— plebeius, Brouss. (allongée)
Upeneoides sulphureus, C. et V.	Upeneoides vittatus (Forsk) Blkr.
— bensasi (Tem. et Schl.) Blkr.	— tæniopterus, (C. et V.) Day (grande).
Scomber scombrus, L.	Scomber colias, L.
Gobius batrachocephalus, Pall.	Gobius Masoni, Day (grande).
Gobius capito, C. et V.	— guttatus, Val. (petite).
Gobius melanostomus, Pall.	— ophiocephalus, Pall.
Sebastes (2) dactylopterus, Delaroche.	Sebastes marinus (L.) White.

Pour examiner la structure histologique de la paroi de la vessie, j'ai fait des injections, des colorations de la paroi, et j'ai préparé des coupes au microtome. Le moment favorable pour acquérir une belle injection est celui où les vaisseaux sont dilatés. Pour cela, j'allège d'avance quelque temps les poissons au moyen de bulles d'air, ensuite je les tue ; après quoi, je commence tout de suite à injecter. J'ai essayé plusieurs méthodes, mais j'ai fini par préférer la plus simple, qui consiste à employer une seringue de Pravaz, calibrée et pourvue

(1) Day, 1878, *The Fishes of India*, p. 178, a constaté cette vessie aérienne.
(2) Prof. A. Appellöf, *Bestimmungstabelle der Fische des Nordmeeres.*

de canules de différente ténuité, et à se servir de solutions aqueuses de bleu de Berlin, de rouge carmin et de noir de touche. J'ai injecté les poissons de mer à Bergen et à Roscoff; et les poissons d'eau douce à Leyde. J'ai employé la coloration de la paroi avec le bleu de méthylène pour l'étude du système nerveux.

RÉSUMÉ

1. La vessie aérienne des poissons favorise la circulation de l'oxygène, et en général des gaz, dans le corps de ces animaux.

2. Cette fonction de la vessie aérienne est soumise aux besoins de l'animal et peut être provoquée par la volonté de l'individu.

3. Les gaz arrivent dans la cavité de la vessie par les vaisseaux sanguins et en sortent par les vaisseaux lymphatiques.

4. L'entrée des gaz dans la cavité est effectuée par chaque augmentation de pression extérieure sur le corps du poisson, avec l'intervention des nerfs. Les nerfs rétrécissent les vaisseaux sanguins sous l'influence de la pression extérieure augmentée, et de cette manière obligent les gaz à entrer dans la cavité.

5. La sortie des gaz de la cavité est facilitée par une diminution de la pression extérieure avec l'intervention des nerfs. Les nerfs dilatent les vaisseaux lymphatiques sous l'influence de la pression diminuée et de cette façon facilitent la sortie des gaz. La sortie est surtout stimulée par la consommation des gaz, laquelle crée dans les vaisseaux lymphatiques le besoin d'attirer de nouveaux gaz de la cavité de la vessie.

6. L'acte d'entrée des gaz est l'effet d'une pression, l'acte de sortie celui d'une attraction.

7. Les vaisseaux sanguins sont rétrécis par une pression augmentée, mais les vaisseaux lymphatiques le sont du même coup. Les gaz sont forcés d'entrer dans la cavité, mais en même temps leur sortie est rendue plus difficile. La cavité se remplit de plus en plus. Si cela est produit par la pression augmentée de la descente, cette augmentation est compensée

par la compression que les gaz subissent dans la descente, de sorte qu'une plus grande quantité n'occupera pas un plus grand espace. Le poisson n'en sera pas gêné intérieurement.

8. Une pression augmentée dans une direction à peu près horizontale ne peut avoir lieu que par une activité augmentée de l'animal par un déplacement rapide, comme nous l'avons vu chez le brochet. Elle dépend tout à fait de l'animal, qui ne la cherchera que quand il en aura besoin, soit pour emmagasiner des gaz, soit pour réparer une perte.

9. Les vaisseaux lymphatiques sont dilatés par une pression diminuée, mais les vaisseaux sanguins le sont également. Les vaisseaux lymphatiques peuvent attirer plus de gaz, mais en même temps les vaisseaux sanguins peuvent en contenir une plus grande quantité. Il s'ensuit que les vaisseaux sanguins ne céderont pas de gaz à la cavité de la vessie. Si cela a lieu par la pression diminuée de la montée, cette diminution de gaz dans la vessie est compensée par la dilatation que les gaz subissent dans la montée, de sorte qu'une plus petite quantité n'occupera pas un plus petit espace. Le poisson n'en sera pas gêné intérieurement.

10. Une consommation extraordinaire de gaz dans le corps du poisson sera produite par des efforts augmentés de l'animal, qui prendra du gaz de sa vessie. Une telle perte peut se réparer relativement vite. Par la diminution des gaz de sa vessie, le poisson est devenu spécifiquement plus lourd que l'eau ; il en résulte une pression augmentée sur le corps de l'animal ; cette pression provoque l'entrée des gaz et répare la perte.

11. La consommation des gaz dans l'asphyxie ne se répare pas, parce que les nerfs manquent de l'énergie suffisante pour rétrécir les vaisseaux sous l'influence de la pression augmentée par la perte des gaz. Cet effet ne se produit pas non plus quand les nerfs sont fatigués.

12. L'entrée et la sortie des gaz de la vessie sont des actes physiologiques ; la compression et la dilatation de ces gaz par suite de la descente et de la montée sont des actes physiques analogues à ceux que subissent tous les gaz.

13. La résistance de la paroi de la vessie peut empêcher une trop abondante entrée de gaz dans cet organe ; par cette

résistance, qui s'augmente de plus en plus, les gaz sont d'abord comprimés, puis leur entrée en plus grande quantité est empêchée.

14. Si les gaz déjà entrés se dilatent trop dans une montée extraordinaire, la paroi peut se déchirer.

15. La quantité des gaz qui entrent ou qui sortent n'est pas en rapport fixe avec le degré de l'augmentation ou de la diminution de la pression, mais elle dépend de l'énergie avec laquelle les nerfs réagissent à cette augmentation ou cette diminution de pression.

16. La compression et la dilatation des gaz est en rapport fixe avec la profondeur ou la hauteur que le poisson atteint dans l'eau et avec la température. La dilatation est en outre limitée par la résistance de la paroi.

17. Les différents gaz ne sortent pas nécessairement de la vessie dans les mêmes proportions qu'ils y sont entrés.

18. Il entre dans la vessie aérienne non seulement de l'oxygène, mais aussi de l'azote et de l'acide carbonique.

19. La quantité d'acide carbonique ne dépend pas de la quantité d'oxygène.

20. La formation des divisions et des cellules dans l'intérieur de la vessie aérienne augmente quand cet organe se comporte de plus en plus comme magasin, aussi bien pour les temps où l'air respirable est rare dans le milieu où se tiennent les poissons que pour les temps où la respiration des branchies cesse tout à fait.

21. Quand la respiration des branchies cesse temporairement, la vessie aérienne n'agit pas à la manière des poumons ; elle ne fait que redonner les gaz emmagasinés.

22. La formation des excroissances de toute sorte rend l'organe plus apte à favoriser la circulation des gaz dans le corps.

Sa connexion directe avec des parties du corps plus éloignées en est par suite améliorée.

23. Chez les Ostariophysi, les vaisseaux lymphatiques se sont développés fortement dans la direction de la tête pour conduire l'oxygène et les autres gaz de la vessie aérienne non seulement aux organes de l'ouïe, mais à toute la tête. Ces vaisseaux et ces cavités lymphatiques sont enveloppés et protégés

par les excroissances des premières vertèbres. Ces ossicles weberiens favorisent aussi l'écoulement de la lymphe, quand la vessie est très remplie : celle-ci presse alors sur les ossicles, qui de leur côté pressent la lymphe en avant.

24. Dans quelques espèces de poissons, la vessie aérienne peut être aussi protégée par des os.

25. Le conduit pneumatique sert de soupape de sûreté.

26. L'oblitération du conduit pneumatique augmente l'activité de la vessie.

27. L'augmentation de l'activité de la vessie se traduit par un plus grand développement des vaisseaux, et une circulation plus active des gaz en résulte.

28. L'oblitération du conduit pneumatique entraîne une économie d'oxygène, car par ce canal les gaz sortent de la vessie aux temps d'abondance dans la même proportion qu'ils y sont présents.

29. La formation des conduits secondaires a lieu quand l'entrée des gaz dépasse la sortie.

30. Le canal à grande section de la vessie aérienne des anguilles se comporte comme subdivision de cette vessie quand le poisson supporte une grande pression, comme dans les profondeurs ; il sert de soupape de sûreté dans la période où le poisson vit dans l'eau douce.

31. La vessie aérienne n'est pas un organe hydrostatique ; Moreau prouve d'une manière ingénieuse qu'elle n'aide pas à la natation, il conclut que le rôle de cet organe pour la locomotion est imaginaire.

32. Elle ne sert pas non plus à la station du poisson, ainsi que le prouvent assez les différences inégales entre le poids spécifique de l'animal et celui de l'eau. De plus, quand un poisson, par des efforts, se fait spécifiquement plus lourd, il devrait descendre immédiatement, ce que l'on ne voit pas dans la réalité.

33. Il n'est pas nécessaire que son poids spécifique égale celui de l'eau, il est même à l'avantage du poisson qu'il en puisse différer. La constitution de l'eau est pour le poisson vivant assez solide pour qu'il puisse s'y tenir à n'importe quelle hauteur, même quand il y a une différence de poids

spécifique. Les limites pour cette différence dépendent de la forme et de l'énergie de l'animal.

34. La vessie aérienne ne sert pas à la respiration, mais elle favorise la circulation des gaz, amenés dans le corps du poisson par l'acte de la respiration.

35. La vessie aérienne ne rafraîchit pas le sang, car les gaz sortent des vaisseaux sanguins en entrant dans la vessie, mais n'y rentrent pas, ce qu'indique suffisamment le fait que le sang sortant de cet organe a un caractère veineux, sauf quelques exceptions.

36. Il n'y a aucun fait qui démontre que la vessie aérienne aide à l'émigration.

37. L'influence de la vessie aérienne sur l'organe de l'ouïe consiste en ce qu'elle le pourvoit d'oxygène, ce qu'elle fait en même temps pour les autres parties de la tête.

38. Elle n'a pas d'influence directe sur la digestion, parce que trop de poissons manquent de conduit pneumatique.

39. La participation de la vessie aérienne à la production des sons est purement accessoire.

40. Si par la vessie aérienne les poissons peuvent sentir un changement de temps, on ne peut pas regarder cela comme une fonction.

41. La vessie aérienne ne suce pas d'air, la façon dont le conduit entre dans l'œsophage ne le permettant pas.

42. La vessie aérienne ne déplace pas le centre de gravité, ce sont plutôt les mouvements du poisson qui font cela.

43. L'absence de vessie aérienne peut être une condition primaire et aussi une condition secondaire.

44. Son absence peut être une condition secondaire dans les espèces de poissons chez lesquelles on peut indiquer ou supposer un changement dans la manière de vivre primitive. Son absence peut être attribuée à une condition primaire chez d'autres poissons qui ne l'ont pas, parce qu'en réalité elle est un organe accessoire.

PARTIE HISTORIQUE.

Aristoteles, antérieurement à l'année 322 av. J.-C., émet l'idée que l'air qui se trouve dans les poissons cause les sons que ces animaux font entendre.

Rondelet, en 1554, pense que la vessie remplie d'air qu'il observe dans un nombre de poissons, surtout dans ceux d'eau douce, facilite la natation.

Cardanus, en 1557, dit que tous les poissons, pour pouvoir nager, contiennent de l'air ; que cet air se trouve soit dans une vessie, soit entre le dos et le ventre, sans être enfermé dans une tunique spéciale.

Severinus, en 1659, croit que l'air dans la vessie naît avec le poisson.

Needham, en 1667, ne peut pas comprendre que cet organe n'ait pas besoin d'air nouveau en grandissant. Il le nomme vessie natatoire et arrête son attention sur son canal. Il observe que celui-ci, dans plusieurs poissons qui ont une vessie simple, se dirige vers l'estomac pour s'insérer près du diaphragme, et que ces animaux-ci possèdent presque tous des dents aux mâchoires ; tandis que d'autres, qui ont les mâchoires lisses, sont pourvus d'une vessie double, et leur canal sort du commencement de la vessie postérieure, pour s'insérer près du diaphragme. Dans l'Alose major, le canal entre dans le fond du ventre.

Il émet la supposition intéressante que la paroi de cette vessie, ayant plus d'artères et de veines qu'il n'est nécessaire pour son propre usage, possède les superflues pour le profit général. La vessie serait un magasin, soit pour recevoir de l'air et le communiquer au sang, soit pour expulser au moyen du canal la substance aérienne sécrétée par les vaisseaux. La première supposition ne lui semble pas vraisemblable parce qu'il y a des poissons sans une telle vessie et que si un réceptacle de l'air était nécessaire, il ne pourrait pas faire défaut sans être remplacé par quelque autre chose ; parce que, dans l'Alose, le canal est relié à la pointe postérieure de l'estomac et qu'ainsi l'air ne saurait arriver pur dans la vessie ; enfin,

parce que, dans l'Anguille, il observe, au milieu de la vessie, une glande double, qui peut y verser ses sécrétions. Il ne lui paraît pas probable que la même voie fasse sortir et entrer quelque chose. La vapeur, née dans le sang, se rend dans l'estomac, où elle semble servir à faciliter la digestion.

L'utilité de cette vessie pour la natation lui semble indiquée par la forme des poissons; vu que les poissons plats, qui sont largement soutenus par l'eau, en sont privés.

Boyle, en 1670, retrace une expérience. Il laisse, durant trois heures environ, un goujon dans un bocal à demi plein d'eau, et duquel il a retiré à peu près 20 parts d'air. Pendant ce temps, il observe que le poisson dégage une quantité de bulles d'air par la bouche et les branchies, tandis que certaines parties de son corps sont bientôt couvertes d'autres bulles d'air (comme si elles y étaient engendrées), surtout les nageoires et la queue; excité à nager, il secoue ces bulles; après un moment de repos, de nouvelles ont paru. Au bout de quelque temps, la respiration diminue, l'animal commence à nager le ventre en l'air, et enfin il cesse de se mouvoir. Le poisson est alors apporté dans de l'eau fraîche; il coule au fond et y reste pendant quelques heures, sur une face ou sur l'autre. Le ventre semble s'être rétréci; après la disparition de la tension du début il est distendu. Peu à peu, le goujon recommence à se reposer sur le ventre, qui a repris beaucoup de sa souplesse. Il vit encore une dizaine de jours.

Mayow, en 1674, dit qu'un poisson, enfermé dans un vase d'où l'on retire l'air, va nager à la surface, le ventre en haut. Car, aussitôt que la pression extérieure est absente, l'air de la vessie natatoire se dilate, le ventre se distend et l'eau pousse les parties gonflées vers le haut. En faisant rentrer l'air dans le vase, le poisson coule au fond, tandis que le ventre se relâche de nouveau. Il écrit qu'il n'est pas démontré que l'air de cette vessie en rentrant dans le sang puisse suppléer l'action de la respiration, bien qu'il y ait des raisons de le croire; cependant un poisson ne peut vivre dans un espace privé d'air qu'un peu plus longtemps que d'autres animaux, quoiqu'il n'ait pas besoin d'aspirer continuellement.

J., en 1675, exprime la conjecture que les poissons peuvent

se tenir à quelque hauteur dans l'eau à cause de leur vessie aérienne. Constatant qu'une bulle d'air, s'élevant au fond de l'eau vers la surface, se dilate, il induit de là que l'air, dans la vessie des poissons, est plus ou moins comprimé, selon la profondeur à laquelle l'animal nage, et que pareillement cette vessie doit prendre un volume plus ou moins grand. Par conséquent, la dimension du corps du poisson change selon les différentes profondeurs où il se trouve, tout en gardant le même poids. Peut-être le poisson fait-il sortir de l'air de cette vessie ou en reprend-il, quand cela lui est utile, selon sa profondeur dans l'eau. Peut-être que, par des muscles, il peut contracter la vessie aérienne et vaincre la pression de l'eau, ou supprimer cette pression par ses flancs; dans ce cas, il monte et descend sans mouvoir une nageoire.

Boyle, en 1675, a l'idée, à propos de la conjecture de J., d'une expérience consistant à mettre un poisson, par exemple un gardon ou une perche, dans un bocal avec de l'eau; ensuite à étirer, de manière à le rendre aussi étroit que possible, le col large de ce bocal, et à ajouter de l'eau jusqu'à ce que le col étroit en soit presque rempli. Si l'eau dans le col baisse quand le poisson se meut vers le fond, on peut en inférer que l'animal se contracte et si l'eau dans le col monte quand il nage vers le haut, c'est la preuve que le poisson se dilate.

Ray, en 1675, accepte cette conjecture; car quelques-uns ont observé, et notamment Willughby, dans les notes générales sur les poissons, qu'il a laissées, qu'un poisson tombe au fond et ne peut plus s'élever, quand sa vessie natatoire est rompue. Des poissons plats, comme la sole, qui en sont privés, rampent sur le sol. Chez la plupart, il y a un canal de la gorge à cette vessie, qui sert à faire entrer de l'air, mais il ne peut plus en sortir, car en pressant ladite vessie on peut plutôt la rompre qu'en faire sortir de l'air, excepté dans l'esturgeon, chez lequel, selon Willughby, l'estomac gonfle dans ce cas. Il n'attribue pas au poisson vivant le pouvoir d'ouvrir la valve qui empêche la sortie. Il ne croit pas que la force musculaire dans la paroi vésicale ait besoin d'être grande pour la contraction, quand cet animal descend, parce qu'elle est soutenue par la pression de l'eau, qui augmente dans cette direction. Il

ne peut pas s'expliquer de quelle manière les poissons cartilagineux longs et plats, privés de cette vessie, montent et descendent.

Borelli, en 1679, explique longuement qu'un poisson qui flotte sans mouvement dans l'eau doit avoir le même poids ; que la vessie aérienne compense les parties trop lourdes, comme le dos et la tête. Il observe qu'un poisson, dont la vessie a été rompue dans le vide de Torricelliano, a perdu le pouvoir de nager vers la surface. Il explique comment cet organe rétablit, par l'élasticité de son air, les petites différences de poids qui viennent de la nourriture, de la transpiration et des divers caractères de l'eau. Il compare le poisson à une machine à air et montre, par des figures, qu'il faut que l'air de la vessie occupe un plus grand espace, que les muscles abdominaux permettent une relaxation, quand le poisson se fait plus léger, dès que la machine s'élève d'elle-même. Au contraire, qu'il est nécessaire qu'elle occupe moins de place, et que les muscles abdominaux de la vessie aérienne se contractent, quand le poisson se fait spécifiquement plus lourd, en descendant de lui-même. L'air de ladite vessie peut augmenter, quand le poisson avale de nouveau, et diminue quand il en vomit le superflu, selon que l'équilibre l'exige ; il en est ainsi pour les poissons chez lesquels existe un canal.

Perrault, en 1680, dit qu'il est nécessaire pour un poisson de rendre son corps léger ou pesant, selon qu'il veut descendre ou remonter dans l'eau. Que cela arrive par une compression ou une dilatation de son corps. Que sa vessie remplie d'air est faite pour cet usage. Quand celle-ci, comme dans l'alose, a un conduit, elle reçoit apparemment l'air par là ; quand, comme dans la morue, le conduit manque, on trouve à l'intérieur de la vessie une chair glanduleuse, qui paraît être destinée à la séparation de quelque substance aérienne. Quand la vessie manque, il croit qu'il y a dans le corps du poisson, contenu autre part, quelque air qui peut être comprimé par des muscles et retourner à son premier état.

Blasius, en 1681, nomme la vessie en question : *Vesicula pneumatica*.

Redi, en 1684, partage l'opinion que la vessie natatoire aide

à la natation en facilitant la montée et la descente. Il n'est pas de l'avis de Needham, qui admet qu'il peut y avoir un rapport entre les dents des mâchoires et le développement de cette vessie en une ou plusieurs cavités. Il donne une figure de cet organe (du poisson qu'il nomme *pisces aurei*), ayant quatre cavités, avec trois conduits, d'abord séparés, qui s'unissent ensuite en un seul. Il mentionne différentes espèces de poissons où la vessie natatoire manque.

Willughby et Ray, en 1686, écrivent qu'ils ne croient pas que l'air de la vessie natatoire soit sécrété par le sang pour faciliter la digestion, puisqu'il y a des poissons très voraces sans une telle vessie. Ils discutent la manière dont cet organe facilite la natation et accordent qu'elle produit un équilibre avec l'eau. Ils pensent que les muscles vésicaux n'ont pas une grande force. Que le relâchement des muscles abdominaux seul ne suffit pas pour l'ascension, mais qu'il est vite suivi et secondé par la dilatation de l'air de la vessie et qu'il se peut que l'impulsion soit donnée par les nageoires ou la queue. Que les poissons qui se tiennent dans les profondeurs retournent à leur place par leur propre poids. Que les poissons se tenant dans les régions supérieures, après être descendus par la contraction de la vessie, remontent sans effort ou action musculaire. Si le canal pneumatique n'a pas de valvule mais a à son orifice des muscles contractifs, il pourra servir aussi bien à l'entrée de l'air qu'à sa sortie.

Fracassati, en 1687, ne croit pas que l'air naisse dans la vessie natatoire. Il partage l'opinion que le poisson nage vers la surface, quand le corps se dilate, et que l'animal reste en bas, quand le corps se contracte, en rendant de cette manière au corps son poids normal.

Preston, en 1697, rejette tout à fait l'idée de Needham que la vessie natatoire aide à la digestion, car il n'a pas trouvé de conduit et dit que s'il y en a parfois un, quelque liquide pourrait venir de l'estomac dans la vessie, mais rien de la vessie dans l'estomac. Il partage l'opinion que la vessie natatoire aide à la natation en pouvant changer le poids relatif du poisson.

Schelhammer, en 1707, donne une description de la direction des vaisseaux sanguins de la vessie natatoire de Xiphiae.

Müller, 1839, suppose qu'il y a une ressemblance avec celle des vaisseaux sanguins de la vessie d'Esox lucius.

Petit, en 1733, se rallie à l'opinion que les poissons s'élèvent plus ou moins facilement selon que leur vessie aérienne se trouve plus ou moins remplie d'air. Il décrit la structure anatomique de cet organe dans la carpe, et dit qu'il y est attaché légèrement, par des fibres et des vaisseaux, à toutes les parties qui le touchent, et très fortement à la base d'un petit os. Qu'il est composé de deux vésicules qui sont reliées par un petit canal, sans valvules, mais garni de fibres transversales et longitudinales, qui servent à le rétrécir et à le raccourcir. Par une macération dans l'eau, il recherche les fibres des membranes ainsi que celles des muscles. Il y a un muscle dans la paroi de la vésicule antérieure, deux dans celle de la postérieure. La vésicule postérieure a des ramifications de vaisseaux, tandis qu'il n'en observe pas de pareilles chez la première. Dans le canal qui relie cette vessie à la gorge, il découvre deux ou trois valvules. Par ce canal, il voit s'échapper des bulles d'air, quand il presse la vessie dans de l'eau, mais il ne parvient pas à refouler de l'air par le canal de la gorge dans ladite vessie ; il y parvient, par contre, quand il insuffle de l'air dans le canal au delà des valvules. A cet endroit, la paroi du canal est plus épaisse que dans l'autre partie. Les valvules l'empêchent également de faire entrer plus avant que deux ou trois lignes une sonde de la gorge dans le canal.

Artedi, dans son livre publié en 1738 par Linnaeus, écrit que la fonction du canal pneumatique est de faire entrer dans la vessie aérienne de l'air, qui cause l'équilibre du poisson dans l'eau ; car plus les muscles, les os et les intestins sont plus lourds que l'eau, plus est grande la quantité d'air qui y est incluse.

Hanow, en 1753, décrit une vessie natatoire extraordinaire provenant d'une carpe.

Brookes, en 1763, (fide Fischer, 1795,) dit qu'il pense que l'air de la vessie natatoire vient des branchies.

Koelreuter, en 1770, dans sa description de Cyprini rutili, dit que l'air ne peut entrer de l'œsophage dans la vessie aérienne par le conduit pneumatique, mais peut en être facilement expulsé.

Goüan, en 1770, ne peut découvrir aucun muscle propre à dilater ou à resserrer la vessie aérienne. Il pense que les petites bulles d'air qui, dans le vide, couvrent bientôt le poisson, sortent d'entre les écailles; que les nageoires influencent l'équilibre du poisson, ce qu'il cherche à établir en les coupant l'une après l'autre; qu'un poisson qui monte étend les pectorales et les meut de haut en bas.

Vicq-d'Azyr, en 1773, sans mentionner les noms, dit que plusieurs physiciens ont adopté le sentiment de Needham; pourtant, il ne peut s'y rallier. Il le combat, parce qu'il ne croit pas que les membranes ligamenteuses des vessies aériennes soient capables de sécréter quelque chose, excepté peut-être quelques vapeurs aqueuses; et, en supposant une sécrétion possible, l'air ne pourrait pas refluer dans l'estomac, puisque les membranes, entre lesquelles se trouve le conduit, s'y opposent. Vicq-d'Azyr émet l'opinion suivante : les corps marins dont vivent les poissons contiennent beaucoup d'air, lequel arrive dans l'estomac avec la nourriture. Cet air, chargé des vapeurs alimentaires les plus subtiles, passera par le conduit dans la vessie natatoire, où il sera absorbé en venant dans les vaisseaux. La vessie natatoire serait un estomac secondaire et servirait en même temps à soutenir le poisson dans son milieu. Il trouve que Gesner n'est pas loin de la vérité en comparant les poissons, avec une vessie natatoire, aux animaux ruminants.

Puis il combat également l'idée de Severinus qui croit que l'air est inné dans la vessie. Il prouve que cet air n'est point pur et exempt d'éléments grossiers, en brisant une telle vessie dans le vide pneumatique; les coups de piston, que l'on donne ensuite, précipitent quelques parties nébuleuses. Son exposition est contraire aussi au sentiment de Petit. Il croit que les valvules dont parle cet auteur sont des membranes flasques, qui cessent de l'être pendant la digestion.

Koelreuter, en 1774, partage l'opinion d'après laquelle la vessie aérienne sécrète l'air superflu du sang. Il fixe son attention sur les valvules trouvées dans le canal pneumatique et sur le nombre des poissons auxquels manque ce conduit. Dans ses observations sur Gado lota, il considère dans sa vessie aérien-

ne, antérieurement divisée en deux bras courts, surtout les vaisseaux sanguins qui entrent dans la paroi au nombre de deux, pour s'y diviser d'une manière élégante.

Erxleben, en 1776, a l'idée que c'est par son canal que la vessie natatoire reçoit l'air dont elle a besoin en grandissant.

Broussonet, en 1778, dit que l'air n'est pas seulement introduit dans le corps des poissons par les branchies, mais en outre par la vessie remplie d'air. Cependant il observe qu'il y a plusieurs genres d'animaux vivant dans l'eau et qui ne sont pourvus que d'un seul organe respiratoire.

Broussonet, en 1781, dans son account de Ophidium barbatum, L, remarque que par le mouvement d'une pièce de l'appareil situé en avant de la vessie natatoire, la cavité de cette dernière peut être faite plus ou moins vaste, ce qui serait utile à la natation. Parce qu'il ne voit pas cet appareil dans tous les individus, il se demande s'il est nécessaire à quelque fonction.

Leske, en 1784, partage l'idée que la vessie natatoire peut favoriser la natation.

Monro, en 1785, décrit et figure la connexion différente de quelques vessies natatoires avec l'estomac. Dans l'esturgeon, il observe un sphincter à l'orifice du canal. Il croit que par le conduit, l'air peut entrer dans ladite vessie, que le poisson distingue par instinct la sensation de l'air de celle de l'eau, qu'il pousse l'air dans le sac aérien en en séparant l'eau. Quand il n'y a pas de conduit, il suppose que les corps rouges sécrètent l'air, parce que ceux-ci ne sont pas ou sont peu développés dans les cas où un canal pneumatique existe. Il se demande si l'on peut supposer que ce sac aérien ne servirait pas seulement à rendre le corps du poisson spécifiquement plus léger, mais si l'air qui y est contenu ne pourrait pas être utile à sa constitution, soit en apportant quelque chose d'utile soit en enlevant quelque chose de nuisible.

Schneider, en 1787, mentionne les recherches d'autres auteurs. Il dit que Du Hamel, tome II, observe à l'intérieur de quelques vessies natatoires de la chair glanduleuse rouge ; que Herlin, dans Du Hamel, t. II., p. 168, pense que l'air de la vessie aérienne rafraîchit le sang de ses vaisseaux et que cette vessie est ainsi un appendice des branchies.

Fourcroy, en 1789, cherche à connaître la nature du gaz de la vessie natatoire. Dans la carpe, il y trouve, comme aussi Priestley l'a déjà remarqué, de l'azote à peu près pur, et cela explique, selon lui, la production de ce gaz dans l'estomac et son passage dans ladite vessie.

Gmelin, en 1789, croit que les poissons s'élèvent par leur vessie natatoire.

Bloch, en 1795, admet l'idée générale que la vésicule aérienne est nécessaire aux poissons pour rester en équilibre dans l'eau ou se rendre plus ou moins pesants, en y introduisant ou en rejetant de l'air par le canal.

Fischer, en 1795, dit que les expériences faites avec la machine pneumatique sur la vessie aérienne des poissons prouvent simplement que les poissons ne peuvent pas vivre dans de l'eau qui est privée d'air, et qu' elles confirment la supposition que les poissons décomposent aussi bien l'air atmosphérique, qui se trouve dans l'eau, que l'eau elle-même.

Il croit que ladite vessie non seulement favorise et facilite les mouvements des poissons dans leur élément, mais qu'elle est aussi un instrument pour isoler l'oxygène de l'air atmosphérique qui se trouve dans l'eau, comme les branchies isolent l oxygène de l'eau. Qu'elle est propre à compléter la formation du sang, laquelle commence sans être achevée dans les branchies, qui sont des poumons imparfaits. Que ce n'est pas parce qu'ils ne peuvent pas s'élever que les poissons sans vessie natatoire vivent au fond, mais parce que, n'ayant pas une telle vessie, ils n'ont pas besoin d'air atmosphérique, et qu'ils aiment les régions les plus basses de l'eau pour une autre raison qui tient à leur manière de vivre, à savoir que la température, au fond des eaux où ils vivent, est toujours égale.

Brodbelt, en 1797, dans une lettre (qui a déjà été publiée en 1796, dans *Annals of medecine*, Drs Duncan, p. 393) mentionne qu'il observe de l'oxygène très pur dans les vessies aériennes de l'espadon. Il infère de là que ce gaz sert à certaines intentions de la vie de l'animal, quand celui-ci est fort au-dessous de la surface de l'eau.

Lacépède, en 1798, accepte l'idée que quelque gaz peut entrer dans la vessie natatoire et en sortir par le canal pneu-

matique, selon que le poisson s'élève ou descend. Quant à la nature de ce gaz, il trouve de l'hydrogène dans la vessie de quelques tanches, et relève le fait que Fourcroy y a observé de l'azote, Priestley de l'oxygène mêlé à une quantité plus ou moins considérable d'un autre gaz, et Brodbelt de l'oxygène très pur. Il attribue ces différences aux circonstances dans lesquelles on observe la vessie aérienne, selon que le corps est ou n'est pas altéré, selon que l'estomac est vide ou rempli d'aliments plus ou moins décomposés, selon que les facultés de l'animal sont ou ne sont pas affaiblies. On y trouverait le plus souvent de l'hydrogène. Lacépède croit à une décomposition de l'eau dans les branchies, ce qui fournit de l'oxygène au sang, et à la vessie aérienne de l'hydrogène au moment où elle en a besoin. Il pense qu'en une minute le poisson gonfle et resserre plusieurs fois cet organe et dit que ces animaux n'ont nul besoin d'air atmosphérique.

Geoffroy, en 1802, écrit que le Polyptère possède deux sacs aériens inégaux, qui ne sont adhérents qu'à l'estomac et au foie. Une fente, fermée par un muscle constricteur, communique avec la partie supérieure et inférieure de l'œsophage. On pêche ce poisson à l'époque des plus basses eaux et il vit probablement constamment dans la vase.

Cuvier, en 1805, croit que les mouvements en haut et en bas, chez la plupart des poissons, dépendent de leur vessie natatoire et qu'elle est l'instrument d'une sécrétion remarquable. Il considère que son absence dans plusieurs espèces prouve qu'elle n'est qu'un organe accessoire du mouvement dont la présence indique une perfection de plus et dont le défaut peut être compensé par autre chose. Si elle n'est pas remplacée par la force des muscles de la queue, ou si l'animal ne présente pas une large surface à l'eau, alors le poisson qui en est privé est destiné à nager au fond des eaux. Il déclare que les différences de volume que présente la vessie natatoire dans les diverses espèces de poissons confirment ces affirmations ; que son développement est en rapport avec la vitesse de la nage, et dans quelques cas avec la pesanteur spécifique de l'animal. Il ajoute qu'un poisson bien portant tient cette vessie toujours distendue, qu'elle donne à son dos la légèreté qui le maintient

en haut, et qui permet au corps de s'élever. Quand le soleil est ardent, sa chaleur peut la dilater tellement chez quelques poissons, lorsqu'ils sont restés quelque temps à la surface de l'eau, qu'ils ne peuvent plus la comprimer pour redescendre. Les muscles latéraux peuvent diminuer sa capacité, en chassant une partie de l'air qu'elle contient par le canal excréteur, ou en changeant sa forme arrondie en une forme angulaire. En outre, quelques poissons possèdent des muscles liés à la vessie même. Dans la morue, il observe deux conduits.

Dans Perca labrax(1), il observe un grand nombre de petites racines de vaisseaux aériens qui partent de deux glandes situées à l'extérieur de ladite vessie, puis se réunissent en plusieurs faisceaux et en percent les parois pour s'ouvrir dans sa cavité de chaque côté, par 30 à 40 orifices, rangés sur une même ligne — ce qui, selon lui, explique, pour cette espèce du moins, l'origine de l'air dans la vessie natatoire. Il constate également, dans le genre murène, des vaisseaux aériens, lesquels partent des glandes situées dans la paroi de la vessie, entre la membrane interne et externe, et forment un réseau extrêmement fin. La distribution des vaisseaux sanguins dans les parois de la vessie natatoire, rassemblés en un organe glanduleux ou non, lui fait supposer qu'ils sont propres à séparer de l'air. Leurs principaux troncs s'approchent généralement, au nombre de deux ou de quatre, de l'embouchure du canal aérien, les artères venant du gros vaisseau dorsal, les veines se jetant dans la veine cave.

Le fait que l'on a trouvé différents gaz dans ladite vessie, suivant les espèces, ne l'étonne pas ; mais il trouve plus difficile de comprendre comment, d'après les expériences de Brodbelt, ces différences existent dans le même individu. Il paraît que le canal pneumatique ne laisse pas passer une quantité plus grande de l'air contenu dans la vessie que ne le permet l'animal, ce que celui-ci peut empêcher par plusieurs moyens : soit par un sphincter, ou par des fibres circulaires, soit par les fibres longitudinales de l'œsophage. Il rejette

(1) Cuvier a plus tard reconnu, à un second individu, que c'est le Cheilodiptère aigle de mer, Lac. et non un Perca labrax, ainsi qu'il l'a noté dans son rapport, 1809, p. 117.

l'idée que la vessie natatoire joue un rôle essentiel dans la respiration.

Döllinger, en 1805, dit que dans les poissons le poumon se développe sour la forme de vessie aérienne et que celle-ci est un poumon sans vaisseaux, comme les vaisseaux des branchies sont sans poumons.

Humboldt, en 1806, partage l'idée que la vessie natatoire est sans aucun rapport avec la propriété des poissons de nager. Il décrit et figure cet organe dans le Gymnoticus electricus, Lin. où il a une longueur extraordinaire. D'une telle vessie, longue de 0^{m},80, il obtient 278 centimètres cubes d'air. Cet air ne contient pas d'acide carbonique, ce qu'il constate au moyen de l'eau de chaux qui, mise en contact avec cet air, ne le fait pas diminuer d'une manière sensible. Il trouve avec l'eudiomètre de Fontana 0,04 d'oxygène et 0,96 d'azote; en mêlant 100 parties de cet air à 100 parties de gaz nitreux, il obtient, en trois expériences, des absorptions de 14-14,7 parties. Cet air ne s'enflamme ni pur, ni mêlé avec l'air atmosphérique; une bougie s'y éteint sur-le-champ.

Configliati, en 1806, est mentionné par Humboldt, qui dit que cet auteur a découvert, au moyen du phosphore, 40 p. 100 d'oxygène dans la vessie natatoire de plusieurs poissons de mer.

Biot, en 1807, admet que la vessie natatoire sert au poisson pour monter et descendre; ses recherches l'amènent à croire que l'air qui y est contenu est sécrété dans l'intérieur par ses propres vaisseaux et qu'il n'est pas simplement dégagé de l'eau et transmis à la vessie par une voie mécanique. Il analyse par le moyen de l'étincelle électrique le gaz contenu dans cet organe chez un bon nombre de poissons marins et deux espèces d'eau douce, et le résultat est de l'azote pur jusqu'à 87 p. 100 d'oxygène. Deux vessies natatoires, qui lui sont parvenues deux jours après la mort du poisson, et dont on pourrait croire qu'une partie de l'oxygène a dû s'absorber, lui donnent pourtant jusqu'à 87 p. 100 d'oxygène. La quantité d'acide carbonique, s'il en existe, est fort petite; car, en faisant subir à un gaz plusieurs détonations répétées, il n'observe jamais d'autre absorption que celle que la combustion du gaz

hydrogène nécessite, et elle devrait être plus considérable si le gaz de cette vessie contenait une quantité notable d'acide carbonique, ce gaz s'absorbant dans l'eau, quand on l'agite avec ce liquide. Il constate la non-existence de l'hydrogène, en introduisant dans l'air de la vessie une quantité d'hydrogène moindre que celle qui est nécessaire pour absorber tout l'oxygène qu'il y a précédemment reconnu, et il observe que l'absorption occasionnée par l'étincelle électrique répond exactement à la quantité de gaz hydrogène introduit.

Il tire de ses analyses la conclusion intéressante que les poissons pris à peu de profondeur ont en général, dans leur vessie natatoire, peu d'oxygène et beaucoup d'azote, tandis que ceux tirés de grandes profondeurs y ont peu d'azote et beaucoup d'oxygène. Pour expliquer ce rapport de la profondeur avec la nature de l'air de la vessie natatoire, il relève le fait, constaté par l'expérience des pêcheurs, que chaque espèce de poisson affectionne une profondeur particulière et déterminée. Il estime que les individus ne peuvent pas tout d'un coup dépasser certaines limites, que quand ils le font, c'est lentement, après avoir changé peu à peu leur constitution. Car la plupart des poissons, tirés d'une grande profondeur à la surface, vomissent leur vessie natatoire (1) et ont dans la bouche une partie de leurs intestins, par suite de la dilatation soudaine de l'air de ladite vessie. Un poisson qui vit à 100 mètres de profondeur est sous une pression de ± 10 + 1 atmosphère; sa vessie natatoire doit se dilater dans le rapport de 11 à 1, quand on le tire à la surface. Les côtés de l'animal ne protègent pas l'air de cette vessie contre la pression extérieure. Une même espèce, qui vomit sa vessie natatoire en venant d'une grande profondeur, ne le fait pas quand elle vient d'une petite profondeur. Dans ses recherches sur la nature de l'air dans l'eau de mer, il trouve 0,28 °/₀ d'oxygène à une profondeur de 800 mètres, le reste étant de l'azote mélangé peut-être d'un peu d'acide carbonique.

Geoffroy et Vauquelin (fide Biot 1807), constatent 0,05 d'oxygène dans la vessie natatoire des brochets, des

(1) Il note qu'il y a des naturalistes qui pensent que ce n'est pas la vessie natatoire, mais peut-être l'estomac gonflé qui est vomi.

loches et des perca fluviatilis et ils y reconnaissent, au moyen de l'appareil au mercure une très petite quantité d'acide carbonique.

De Marty, en 1807, mande à Biot qu'il a trouvé 0,80 de gaz oxygène dans la vessie natatoire d'un Trigla lucerna de 14 onces et 0,15 dans celle d'un Trigla lucerna de 4 onces.

Geoffroy-Saint-Hilaire, en 1807, dit que l'os furculaire chez certains poissons contribue à mettre les côtes vertébrales en mouvement. Il le constate particulièrement chez les cyprins. La capacité de l'abdomen augmente par là, l'air de la vessie natatoire reçoit de l'espace pour se dilater et donne ainsi une plus grande légèreté spécifique à l'animal, qui reprend sa première pesanteur en relâchant les muscles du furculaire et en contractant les muscles dorsaux. Quand le poisson veut descendre à pic au fond des eaux, il y ajoute une contraction des muscles de l'abdomen, d'où résulte une condensation de l'air contenu tant dans ladite vessie que dans l'estomac et les intestins, ce qui le rend plus lourd que l'eau.

Nitzsch, en 1808, considère que la vessie natatoire est un poumon.

Erman, en 1808, publie ses recherches sur la constitution du gaz du sac aérien des poissons d'eau douce. En prévision d'une altération de ce gaz, qui pourrait se produire après la mort de l'animal ou par insuffisance de nourriture et d'air dans des réservoirs limités, il fait souvent ses expériences sur le rivage avec des poissons qui viennent d'être sortis de l'eau. Il emploie l'eudiomètre de Volta selon la manière recommandée par v. Humboldt et Gay-Lussac, mais avec l'intervention de l'air atmosphérique pour pouvoir déterminer aussi les petites quantités d'oxygène. Il détermine l'acide carbonique avec de l'eau de chaux.

Les résultats de 79 analyses lui font voir que la quantité d'oxygène diffère, non seulement dans des espèces différentes, mais aussi dans différents individus de la même espèce, même quand ils sont pêchés en même temps. Il ne peut pas établir que ces différences soient causées par l'influence de la saison, ou du sexe de l'animal, ou de son âge. Du Cyprinus tinca, les

grands exemplaires lui donnent 3,6 à 10 p. 100 d'oxygène, ceux de moyenne taille 4,1 à 14 p. 100 et les petits 5,6 à 16,3 p. 100. Du Esox lucius, les très grands individus 12 à 13 p. 100, les grands 1 à 19 p. 100, ceux de moyenne taille 0,3 à 24,4 p. 100 De la Perca fluviatilis, ceux de grandeur moyenne 8,1 à 13,8 p. 100 et les petits 6,6 à 20,6 p. 100. Du Cyprinus tinca, il examine l'air de 15 vessies, de l'Esox lucius celui de 27 vessies et du Perca fluviatilis celui de 6 vessies. En général, la quantité d'oxygène du gaz de la vessie natatoire des poissons d'eau douce, examiné par lui, est moindre que celle de l'air atmosphérique. Seule, une des analyses de l'Esox lucius en donne une plus grande quantité. Il ne constate qu'une quantité très petite et douteuse d'acide carbonique et point du tout d'hydrogène. Il ne trouve pas exact de déclarer la vessie natatoire purement et simplement un poumon, ou de n'y voir qu'une aide mécanique de la nage, sans chercher une connexion entre elle et le processus de la formation du sang ou de la digestion.

Erman et Stosch, en 1808, coupent le ventre de poissons et vident leur vessie natatoire; tantòt ils font une ligature autour du conduit aérien, tantôt ils ne la font pas, ensuite ils cousent l'incision. Après quelques semaines quelques poissons vivent encore, et ils ont de nouveau rempli leur vessie d'air.

Provinçal et Humboldt, en 1809, examinent l'air de la vessie natatoire des poissons de rivières et obtiennent le même résultat qu'Erman, à savoir que cet air est très variable dans la même espèce et que cela ne paraît pas dépendre des saisons, ni de la température des eaux; ils donnent quelques chiffres.

Ils font respirer des tanches dans du gaz hydrogène et dans des eaux chargées d'un mélange d'hydrogène et d'oxygène. Après l'expérience, ils constatent que pas un atome d'hydrogène n'est entré dans la vessie natatoire. Des tanches renfermées dans du gaz oxygène paraissent en prendre un peu dans leur vessie, car les poissons expérimentés en ont 0,125, tandis que les autres n'en donnent que 0,092 et 0,096. Ce dernier résultat ne leur semble pas certain, parce qu'ils ne peuvent pas faire deux expériences sur le même individu, avant et après le contact avec l'oxygène.

Ils enlèvent par une incision latérale cette vessie à plusieurs tanches, qui vivent encore trois jours après : les unes nagent dans toutes les directions et s'élèvent à la surface de l'eau ; la plupart restent souffrantes au fond du vase. Ils observent que l'extirpation de la vessie natatoire altère les fonctions des branchies, lesquelles absorbent dans ces conditions une grande quantité d'oxygène et d'azote, mais ne produisent pas d'acide carbonique. Ils se demandent si c'est par suite de l'absence de l'organe ou de la faiblesse de l'animal.

Biot, en 1809, après une observation faite avec Laroche, s'assure que c'est l'estomac et non la vessie natatoire qui se gonfle souvent dans la bouche des poissons retirés d'une profondeur plus grande que 30 à 40 mètres ; que cela arrive par la dilatation de l'air de ladite vessie qui se rompt quand il n'y a pas de canal pour laisser échapper le gaz. Quelquefois ce gaz fait une ouverture dans la région de l'anus, et échappe par là, quand l'animal vient d'une très grande profondeur. Avec l'aide de Laroche, il mentionne les noms latins des poissons dont il a recherché l'air de la vessie natatoire.

Geoffroy-Saint-Hilaire, en 1809, estime que la vessie aérienne des poissons sert seulement à diminuer leur poids spécifique, comme chez les oiseaux ; que la locomotion des poissons en ligne verticale dépend bien d'un changement de leur volume, mais qu'il ne s'ensuit pas qu'il soit dû à une augmentation ou à une diminution du volume de la vessie aérienne et à la densité ou à la dilatation de son air ; que l'on ignore absolument de quelle manière cette vessie peut acquérir instantanément une plus grande masse d'air, et qu'en outre il y a des vessies sans communication au dehors ; que les poissons se déplacent avec une vitesse trop grande pour que ces déplacements, ainsi que tous les autres mouvements progressifs des animaux, ne dépendent pas des seuls organes soumis à l'empire de la volonté ; que ce sont, en effet, les contractions alternatives des muscles furculaires et des muscles dorsaux qui changent au gré de l'animal le volume de son corps, ce que Geoffroy-Saint-Hilaire a expliqué dans le tome IX de ses *Annales*, 1807. Dans les Tetrodons, la grandeur des furculaires et l'étendue des muscles supplée à l'absence des côtes.

Delaroche = (laroche), en 1809, après avoir donné une revue des auteurs scientifiques qui ont traité de la vessie aérienne, décrit avec beaucoup de détails cet organe. Il relève les espèces où il est connu qu'elle manque, et ne peut pas trouver de connexion bien manifeste entre son absence ou sa présence et les rapports naturels qui unissent les poissons entre eux. Bien qu'elle soit peut-être représentée dans chaque famille de poissons, à l'exception de celles qui ont plusieurs ouvertures branchiales et des pleuronectes, il est très peu de familles qui n'aient pas des espèces qui en soient privées.

Entre les espèces d'un même genre, il existe plus de conformité, sans pourtant qu'elle soit toujours absolue, par exemple la scorpène volante est pourvue d'une vessie, tandis que la plupart des autres espèces n'en ont point. Dans aucune espèce il n'observe les rudiments d'une vessie ; ou cet organe est complet, ou il manque. Il ne voit pas non plus que sa présence ou son absence apporte d'autres changements notables dans l'organisation des poissons. Il constate la différence de dimension des diverses vessies et estime qu'il est difficile de dire à quoi tiennent ces différences et d'établir leur influence sur l'animal.

Il n'aperçoit pas de canal aérien chez les poissons jugulaires ou thoraciques, et parmi les abdominaux il en trouve aussi qui en sont privés. Quand ce canal manque, la vessie présente une disposition particulière ; s'il existe, on peut toujours, par une compression, faire sortir l'air de ladite vessie, quand elle reste dans sa situation naturelle.

En parlant des corps rouges, il observe que de l'extrémité de leurs vaisseaux naissent une multitude de ramuscules vasculaires d'un rouge pâle, qui se distribuent en divergeant dans un renflement de la membrane interne et s'y perdent après un trajet très court. Ils diffèrent des vaisseaux qui constituent les corps rouges eux-mêmes par leur couleur, leur aspect et leur mode de distribution ; leur disposition fait supposer qu'ils s'abouchent à la face interne des parois de la vessie.

Il fait une quantité d'analyses du gaz contenu dans cette vessie et arrive au même résultat que Biot, à savoir que la profondeur où l'on prend les poissons influe sur la proportion

de l'oxygène. Ce résultat demeure, quand il fait des recherches sur des individus de la même espèce, vivant les uns éloignés des côtes dans les eaux profondes, les autres rapprochés du rivage à peu de profondeur. La moyenne de ses analyses est, pour les poissons pêchés à moins de trente brasses de profondeur, 27,3 d'oxygène, et pour ceux pêchés à plus de trente brasses, 20,7.

Selon lui, il doit y avoir encore d'autres causes, inconnues, qui font varier la nature du gaz de la vessie natatoire, car il y a aussi des différences, à cet égard, entre divers poissons pêchés à une même profondeur. Il est à remarquer que ces différences sont surtout observées chez les poissons pris à la surface des mers, tandis que l'on trouve sur ce point beaucoup d'uniformité chez les poissons des fleuves et des étangs. Il attribue une part d'influence à la grandeur de l'individu, la proportion de l'oxygène étant plus forte chez les gros que chez les petits.

Il croit que le gaz, renfermé dans la vessie sans canal, est le produit d'une sorte de sécrétion ; que cette sécrétion n'est pas analogue à une exhalation, comme s'opère à la face interne des parois de la plupart des cavités dans les vaisseaux capillaires, car ce mode de sécrétion semble beaucoup trop simple pour rompre l'affinité préexistante entre le sang et l'oxygène ; qu'il n'est pas non plus le produit d'une sécrétion glanduleuse, parce qu'il n'observe point de véritable glande dans les parois de la vessie de la plupart des poissons ; mais qu'il est le produit des corps rouges par des procédés inconnus, et que le gaz sécrété dans leur intérieur est versé dans la vessie par le moyen des vaisseaux nombreux et déliés qui naissent à leur extrémité ; enfin que ces corps rouges tiennent le milieu entre les organes glanduleux et le système des vaisseaux exhalants. Il pose cette importante question : de quelle manière les poissons sans canal absorbent-ils l'excédent du gaz à mesure que celui-ci se produit ? Il l'ignore, mais il se demande si le même organe, qui sert à la sécrétion ne sert pas aussi à l'absorption ou si l'absorption se produit par le moyen des lymphatiques, question qu'il trouve difficile à résoudre. Pour ce qui est des vessies sans corps rouges, mais avec un canal,

on a cherché à se convaincre que là aussi l'air est sécrété dans la vessie, et n'y entre pas du dehors, par l'analogie avec les poissons dépourvus de canal, par la difficulté pour le gaz de passer par le conduit sans y faire entrer des fluides, etc. Les considérations par lesquelles on se refuse à admettre que l'air pénètre du dehors ne lui semblent pas assez probantes, il regarde cette question comme encore indécise.

Si le gaz, dans la vessie avec un canal, provient du dehors, c'est l'air atmosphérique ou l'air dissous dans l'eau qui y pénètre et qui éprouve, par son contact avec les parois de cette cavité, une altération semblable à celle que produit la respiration. L'oxygène est absorbé entièrement ou en partie et remplacé par une certaine quantité d'acide carbonique. Toutes les analyses de ce gaz dans de telles vessies, excepté chez celles des murènes, montrent une proportion d'oxygène plus petite que dans l'air atmosphérique et une certaine quantité d'acide carbonique. Si l'on pouvait obtenir par des analyses d'autres résultats, ce serait une présomption assez forte pour croire que le gaz n'entre pas dans la vessie par le canal, mais se forme à l'intérieur.

Il se demande comment la profondeur peut déterminer l'augmentation de l'oxygène dans les vessies closes et cherche la raison de ce phènomène soit dans l'augmentation de la pression, soit dans la diminution de la lumière, soit enfin dans la nature du gaz dissous dans les eaux profondes. Celui-ci, ainsi que des recherches l'ont prouvé, a moins d'oxygène qu'à la surface. En effet Biot trouve 28 centièmes à une profondeur de 700 mètres, Delaroche observe, à 350 mètres, 26 centièmes et demi, et dans les eaux de la surface, 31 centièmes d'oxygène. Que l'obscurité n'a pas d'influence, il le prouve en mettant quelques poissons dans une caisse percée de petites ouvertures, que l'on fait descendre au moyen de pierres au fond de l'eau. Après dix-sept jours, il analyse le gaz de leur vessie, mais ne remarque pas une plus grande proportion d'oxygène que chez d'autres individus de la même espèce, qu'il a analysés au moment où la caisse est mise dans l'eau. Il résulte de là que la vessie aérienne n'a pas d'autre fonction bien constatée que celle de mettre la pesanteur spécifique des poissons en équi-

libre avec l'eau ambiante. Il ne lui en attribue pas d'autres (1).

Son absence et ses nombreuses variétés lui sont des motifs de croire qu'elle n'a pas de fonctions importantes dans l'économie des poissons. Il pense que les muscles propres, fixés à ses parois, peuvent probablement comprimer le gaz qu'elle renferme, mais que ce n'est pas pour changer la pesanteur spécifique du poisson, c'est au contraire pour la maintenir au même point, pour empêcher la condensation et la dilatation du gaz, quand la pression de l'eau diminue ou augmente avec l'élévation ou la descente de l'animal, de telle sorte que sa pesanteur spécifique ne varie pas. Les muscles abdominaux peuvent remplacer les muscles propres quand ceux-ci manquent. Seul l'Ostracion triqueter peut éveiller un doute, parce que sa vessie n'a pas de muscles propres et que les muscles abdominaux ne peuvent pas l'actionner. Il est attentif à l'énorme pression que le gaz de cette vessie éprouve dans les grandes profondeurs des eaux, et au fait que ce gaz ne peut pas s'opposer, dans ce cas, au maintien de l'équilibre entre la pesanteur spécifique du poisson et celle du liquide environnant. A de telles profondeurs, la montée ou la descente du poisson ne produit dans le gaz qu'une dilatation ou une condensation infiniment plus faible qu'à la surface.

La vessie natatoire est plutôt nuisible qu'utile aux poissons doués de grandes facultés natatoires. Un poisson qui en est pourvu ne peut que lentement passer dans un lieu plus profond ou moins profond, car il faut que les vaisseaux exhalants ou absorbants de cette poche aient le temps d'y verser ou d'absorber du gaz. La pression de la colonne d'eau n'a d'autre effet sur les poissons que de comprimer le gaz de la vessie et d'effectuer la production d'une quantité de ce gaz suffisante pour compenser la diminution de volume causée par la condensation. Il est porté à croire que dans les profondeurs de plus de 250 mètres la pression est assez forte pour empêcher le développement du gaz dans la vessie et pour en oblitérer la cavité, parce qu'il observe des poissons, venant

(1) Il rapporte l'opinion de *Heslin* qui pensait qu'elle sert à rafraîchir le sang distribué dans les vaisseaux de ses parois.

Il note que *Viridet* et d'autres auteurs anciens la considèrent comme un organe de respiration, servant de supplément aux branchies.

d'une telle profondeur, dont la cavité de la vessie aérienne est presque entièrement oblitérée et renferme un peu de liquide jaune épais. Ses recherches ultérieures ne confirment pas cette conjecture. Il fait descendre à une profondeur de 540 mètres quelques mélanges de gaz : $2N + 5O$, $2H + 1O$, et $1N + 3H$, contenus dans des tubes dont l'ouverture est plongée dans un vase plein de mercure. Retirés en haut, ils n'ont subi aucune altération. Delaroche donne ensuite la description des vessies d'un grand nombre de poissons.

Cuvier, en 1809, commence le rapport qu'il a composé, en collaboration avec Lacépède et Vauquelin, sur le mémoire de Delaroche concernant la vessie natatoire des poissons par une analyse des ouvrages déjà parus sur ce sujet. Tout en approuvant le mémoire, il ne peut pas comprendre que Delaroche admette que la vessie natatoire serve à mettre le poisson en équilibre avec l'eau et que cet animal puisse la comprimer à son gré, jusqu'à un certain point, ou la faire dilater par des muscles et par les côtes, et qu'il rejette, par contre, l'idée que la vessie est destinée à aider le poisson à descendre et à monter.

Delaroche, en 1809, dans une note ajoutée à son mémoire, répond au sentiment que Cuvier exprime dans son rapport, sentiment qu'il ne peut partager. Il dit que Cuvier appuie son opinion sur le fait que les poissons dépourvus de vessie ont cependant un poids spécifique égal à celui de l'eau. A cet égard, Delaroche fait des recherches dont le résultat est que le poids spécifique des poissons dépourvus de vessie et examinés par lui n'est pas égal à celui de l'eau, qu'il est le même que celui des poissons naturellement pourvus de vessie et chez lesquels on a vidé cet organe de son gaz. La densité de l'eau de mer est entre 1,026 et 1,028. Celle d'un Scomber est 1,055 et celle d'un Mugil cephalus, dont la vessie aérienne est vidée, 1,062.

Configliachi (d'après l'extrait du Dr. Ruhland) en 1809, trouve qu'il est hors de doute que la vessie natatoire serve comme organe du mouvement ; il se convainc lui-même par des expériences qu'un poisson dont la vessie est rompue ne peut plus venir à la surface, tandis que ceux auxquels on

a coupé les nageoires conservent pourtant la faculté de s'élever. Selon lui, la dimension de cet organe est en rapport avec la vitesse des mouvements des poissons et avec leur poids spécifique, et en général il est relié aux côtes chez ceux qui nagent vite. Il fait l'analyse du gaz de cette vessie, ce qui l'amène aux conclusions suivantes : l'air de la vessie natatoire se compose d'oxygène et d'azote, quelquefois il contient un peu d'acide carbonique, mais pas d'hydrogène. Les proportions de l'oxygène et de l'azote sont très différentes, même chez les individus de même espèce pris en même temps. Chez ces derniers, tantôt on trouve dans la vessie de l'acide carbonique, tantôt on n'en trouve pas. La quantité et la qualité de l'air de cette vessie varient surtout selon les saisons, selon la profondeur et la nature des fleuves et de leur fond. A la fin du printemps et en été, la quantité d'oxygène est moindre qu'en automne. Les analyses ne signalent à cet égard aucune influence du sexe ou de l'âge. Par contre, la profondeur à laquelle les poissons vivent a de l'influence ; ceux qui changent de profondeur selon l'époque de l'année ont moins d'oxygène dans leur vessie natatoire quand ils sont pris à une petite profondeur que quand il sont tirés d'une grande profondeur. Il y a pourtant une exception pour les espèces qui vivent à de bonnes profondeurs, mais dans la vase; ils ont peu d'oxygène, ce qui est peut-être attribuable à leur nourriture, qui est déjà en décomposition. Dans ces espèces, au contraire, la quantité d'acide carbonique est plus considérable.

La vessie natatoire des poissons de mer a ordinairement plus d'oxygène que celle des poissons d'eau douce; chez ces derniers, il n'observe jamais que l'oxygène dépasse 21 p. 100. Le degré de richesse des vaisseaux sanguins de cet organe influe sur la quantité de l'oxygène. Il faut pourtant faire ici une exception pour les poissons vivant dans les marais. Les analyses ne méritent pas confiance, quand elles ne sont pas faites tout de suite. Quand l'air reste quelque temps dans l'appareil pneumatique ou dans la vessie, l'oxygène diminue et l'acide carbonique augmente.

Il dit que l'eau des sources, des fleuves, des lacs, de la mer, l'eau de pluie et de neige, quand elle n'est pas gâtée, a toujours

la même quantité d'oxygène, dont la moyenne est 28,6 p. 100. Ses recherches lui donnent pour l'eau des lacs, à des profondeurs variant de 50 à 700 mètres, 27,8 à 29 p. 100 d'oxygène, et pour celle de la surface de la mer 28,9 p. 100. Si l'air de la vessie vient de l'air qui est dans l'eau, alors il doit y avoir une deuxième opération qui le change selon les proportions contenues dans les vessies. Il pense que l'air, sans être changé, se mêle avec le sang des branchies, qui lui prennent partiellement ou tout à fait son oxygène, tandis que le reste, par une vraie sécrétion interne, est sécrété par les vaisseaux glanduleux dans la vessie. Il ne trouve pas vraisemblable que l'oxygène, séparé de l'air par les branchies, et l'azote de cet air, aillent d'une manière mécanique dans la vessie par le canal pour y être transformés, car il y a des poissons sans un tel canal. Que les poissons prennent de même l'azote dans leurs branchies, cela ne l'étonne pas, car d'autres animaux prennent aussi en respirant un peu d'azote. Il pense que l'azote, avec un peu d'oxygène, est sécrété dans cette vessie. La séparation de l'air de l'eau par les branchies serait à comparer à une inspiration et la sécrétion dans la vessie à une expiration. Chez les poissons sans vessie, l'air peut se sécréter dans les cavités intérieures du corps et, selon qu'il est nécessaire, s'en aller par les canaux d'excrétion. Il y a de l'air dans les parties intérieures des poissons, surtout chez ceux qui n'ont pas de vessie natatoire, par exemple dans le tissu cellulaire au-dessous de la peau de la raie.

Bien qu'il pense que la vessie natatoire facilite les mouvements des poissons, principalement la descente et la montée, il se demande si elle a des fonctions accessoires. Il ne croit pas que ce soit un organe de respiration, parce que, dans ce cas, il serait incompréhensible qu'elle pût manquer, tandis que si elle n'est qu'un organe de mouvement la nature peut suppléer facilement à son absence. Pourquoi les branchies ne suffisent-elles pas à la respiration? Les poissons n'ont besoin que de peu d'air, pendant le sommeil ils ne respirent que 20 à 30 fois à la minute, leur cœur bat dans une minute 20 à 30 fois, leur sang a une chaleur à peine supérieure à celle du milieu où ils vivent; ils sont peu sensibles, leur corps a une constitution molle et

contient une grande quantité d'huile. La quantité d'oxygène dans la vessie natatoire s'oppose aussi à cette hypothèse.

Qu'il y ait des poissons avec cette vessie, surtout dans l'ordre des apodes et des jugulaires, qui contiennent beaucoup d'huile, cela tient simplement à ce qu'ils vivent inactifs au fond de l'eau et qu'ils respirent lentement. Qu'ils possèdent une telle vessie ou non, ces poissons ont des écailles très petites et ils sécrètent beaucoup de viscosité. La respiration n'est pas plus faible par suite de la formation de la graisse mais plutôt la respiration a moins d'intensité afin que se forme plus de graisse ; chez eux le système artériel est peu développé et celui des veines prédomine, ce que montre aussi la grosseur du foie. Cela explique que les poissons, vivant dans la boue, inactifs et respirant peu, aient peu d'oxygène dans la vessie natatoire.

Il appelle la vessie natatoire un véritable organe de natation ; seuls, les poissons qui en sont munis peuvent se tenir tranquilles sans mouvement dans l'eau à une hauteur quelconque. Elle peut, selon la volonté de l'animal, le rendre plus lourd, du même poids ou plus léger que l'eau.

Treviranus, en 1814, a l'idée que la vessie natatoire est un organe de respiration secondaire pour les poissons à vie active. Ceux-ci y rassemblent de l'air dans le temps où ils acquièrent plus qu'ils ne consomment et emploient cet air dans le temps où ils ont besoin de plus d'air que l'eau ne peut en procurer aux branchies.

Humboldt et Bonpland, en 1814, mentionnent l'énorme grandeur de la vessie natatoire des poissons volants. Ils trouvent dans cette vessie des Exocets 4 p. 100 d'oxygène, 94 p. 100 d'azote et 2 p. 100 d'acide carbonique. La proportion de ce dernier gaz paraît plus constante que celle de l'oxygène dont la quantité peut varier presque du double d'un individu à l'autre.

Cuvier, en 1815, suppose que les productions branchues qui garnissent la vessie natatoire du maigre, se forment lorsque la sécrétion de l'air dans cette vessie excède la mesure de sa résorption. Il se demande si ces organes branchus sont des vaisseaux excréteurs, conduisant dans la vessie l'air sécrété par le tissu rougeâtre qui les entoure, bien qu'ils ne soient pas

liés intimement à ce tissu. Mais peut-être qu'au moment de sa production, l'air est en état de passer par les pores, tandis que ceux-ci ne le laissent pas passer quand il est devenu un fluide élastique dans la vessie. Il voit un argument contre cette opinion dans le fait que les productions latérales des vessies de quelques autres sciènes sont grosses, courtes, et sans branches. Au surplus, la vessie du maigre est pourvue de l'organe sécréteur rouge.

Treviranus, en 1817, croit que la vessie natatoire peut servir aux poissons : 1° pour sucer du gaz et des liquides, quand ils veulent qu'ils arrivent dans le canal digestif au lieu de passer par les branchies ; 2° comme organe auxiliaire de la respiration pour ceux qui ont besoin de plus d'oxygène que l'eau ne peut leur en donner, pour ceux qui quittent de temps en temps leur milieu ; 3° pour pressentir le temps, car les poissons ont besoin pour cela d'un organe spécial.

Le Cobitis fossilis, par exemple, se montre capable d'un tel pressentiment. Ce poisson fait le mouvement de sucer en fermant les branchies et en élargissant le canal digestif. La vessie natatoire ne lui aide ni à sucer, ni à respirer, mais sa situation fait bien supposer qu'elle sert à la fin supposée plus haut. Les vessies natatoires membraneuses pourvues d'un conduit pneumatique ont la fonction de sucer et celle de seconder la respiration. Il cherche une analogie entre la vessie-suçoir des papillons et la vessie natatoire de beaucoup de poissons, à cause de la ressemblance de leur structure. Il attribue aux poches d'air des oiseaux, des insectes et aussi des poissons la fonction de donner à ces animaux, pendant leurs mouvements rapides et non interrompus, la quantité d'oxygène consommée dans ces efforts.

L'opinion d'après laquelle les vessies natatoires qui manquent de conduit obligent les poissons à se tenir à une même profondeur lui paraît contredite par les exemples d'espèces de poissons avec une telle vessie, et que l'on trouve à des profondeurs différentes : par exemple, Delaroche mentionne un Sparus erythrinus pris à une profondeur de 10 brasses et un autre pris à 70 brasses ; un Trigla cucullus pris à 70 brasses et un autre à 120-150 brasses.

Huschke, en 1818, disserte sur la vessie natatoire à tous les points de vue, en relevant les opinions d'autres auteurs. Il énumère les cas où cet organe manque.

Monfalcon, en 1819, pense que le poisson peut monter et descendre en augmentant par la vessie natatoire son poids spécifique, et qu'il peut aller en haut et en bas par le jeu de ses nageoires et de sa queue, indépendamment de la compression et de la dilatation de la vessie.

Weber, en 1820, indique une connexion entre la vessie natatoire de certains poissons et leur ouïe. Il décrit les recherches qu'il a faites à cet égard sur le Cyprino carpione. Dans son ductus pneumaticus, il ne trouve pas les valvules que Petit mentionne, mais près du point de jonction avec l'œsophage, il voit la membrane extérieure élargie et pourvue de muscles, tandis que la membrane intérieure n'est pas élargie et que le canal est rétréci, celui-ci pouvant être fermé par les muscles de la membrane extérieure. Cette construction est différente des valvules en ce que tantôt elle empèche, tantôt permet l'entrée et la sortie de l'air. L'influence que la vessie natatoire excerce sur l'ouïe est, selon Weber, causée par sa contraction et sa dilatation, lesquelles se font sentir sur les osselets auditifs dont il donne une description intéressante, et ensuite sur le sinus impair, qui y fait suite. Il explique aussi que pour des espèces appartenant à d'autres familles de poissons, une connexion existe entre la vessie et l'ouïe, et l'influence de la première sur la seconde. Mais ce n'est pas chez tous les poissons que la vessie natatoire a une telle fonction pour l'ouïe, de même que cet organe ne seconde pas au même degré la nage dans toutes les espèces, et ne prend pas non plus toujours part à la respiration.

Reinhardt, en 1821, cité par M. le Professeur Dr H. Lichtenfeld dans son Literatur zur Fischkunde.

Meckel, en 1821, compare la vessie natatoire aux annexes des poumons des oiseaux et de plusieurs amphibies. Il pense qu'elle aide au poisson à monter et à descendre.

Adelon, en 1823, admet que la vessie natatoire règle la hauteur à laquelle le poisson est suspendu dans l'eau.

Richerand, en 1825, pense que la vessie natatoire influence la

légèreté spécifique du poisson et lui permet de rester le dos en haut.

Von Baer, en 1826, dit qu'il vaut bien la peine de rechercher si dans les poissons où l'on nie l'existence d'une vessie natatoire, celle-ci ne se trouve pas sous la forme de petites cavités dans la tête. Il consent à admettre que cette vessie soit un poumon, car un sinus du nez, qui s'est déplacé dans le corps, doit être un poumon ; cependant, pas un vrai poumon, parce qu'elle ne se dilate, ni ne se contracte. Elle est un sac placé à l'endroit où devait être une cavité remplie d'air pour donner au poisson son poids convenable. Il faut accorder qu'il est très singulier qu'un poumon se laisse enfermer par des os, comme dans le Cobitis, où cet organe a le sort du barillet. Cette vessie est à appeler un sinus du tronc pour marquer qu'elle est pour le tronc ce que les sinus sont pour la tête, et elle a la signification générale d'un organe de respiration, sans être un vrai poumon.

Burdach, en 1826-1840. M. Gouriet rapporte que l'opinion de Burdach est qu'un poisson vide sa vessie natatoire pour s'enfoncer et que l'organe s'emplit pour l'ascension.

Rathke, en 1827, relève le fait que pour lui, ainsi que pour Huschke, la glande rouge de la vessie natatoire des poissons est un précurseur du thymus ; dans la glande rouge de cet organe, chez le Cobitis fossilis et le Gobius niger, il trouve une preuve en faveur de cette opinion. Dans la plupart des poissons il y a cette différence, c'est que dans le thymus la substance celluleuse prédomine, tandis que dans la glande rouge les vaisseaux sanguins dominent.

Il donne une description détaillée de la vessie natatoire de l'anguille et d'autres poissons. Rathke cherche à démontrer que l'air ne peut entrer par le canal dans la vessie natatoire. En effet, cela devrait se produire soit par succion, soit par pression. Dans le premier cas, quand le poisson descend et, par une compression de sa cavité abdominale, expulse une partie de l'air de sa vessie natatoire, puis se dirige de nouveau vers le haut pour reprendre de l'air à la surface, la cavité abdominale devrait s'élargir, et l'équilibre se rompre entre l'expansion de l'air qui se trouve encore dans la vessie et la pression de

l'atmosphère. Est-ce que c'est au moment où l'ouverture du canal pneumatique est ouverte et facile à atteindre qu'il doit y entrer assez d'air pour que l'équilibre avec la pression atmosphérique soit rétabli? Cela peut seulement avoir lieu quand cette ouverture est près de la cavité de la bouche. Quand elle est située plus loin dans l'intestin, c'est plutôt le liquide que contient ce dernier qui entrerait. Comme il est vraisemblable que les poissons élargissent déjà leur cavité abdominale en allant vers la surface, l'air perdu dans la vessie natatoire pourrait, quand l'ouverture du canal pneumatique est près de la cavité de la bouche, être remplacé par de l'eau, avant que le poisson ait atteint la surface. On remarque bien, chez quelques poissons, une masse écumeuse dans la vessie natatoire, par exemple dans celle de l'anguille, mais jamais on n'y observe de l'eau.

Quand un poisson, qui vit d'ordinaire à une grande profondeur, arrive à la surface, l'air de sa vessie natatoire se dilate, et de cet air sortira plutôt qu'il n'y en entrera d'autre. Pour des raisons physiques, il trouve impossible que les poissons attirent par succion de l'air atmosphérique dans leur vessie natatoire. C'est également pour des raisons physiques qu'il nie que l'air entre par pression dans la vessie natatoire. La bouche des Cyprins ne se ferme pas complètement, l'air échapppe par les branchies, et la gorge se resserre. Dans d'autres poissons, où le canal s'ouvre plus loin dans l'intestin, l'air avalé s'écoulerait par l'intestin, plutôt que d'être refoulé par l'ouverture étroite du canal dans la vessie ; de plus, il en serait empêché par l'air qui se trouve dans la vessie et qui dans les profondeurs est comprimé. Dans plusieurs poissons l'ouverture du canal pneumatique se trouve dans une verrue qui s'opposerait à l'entrée de l'air. Il ne reste donc plus qu'à supposer que l'air est sécrété par les vaisseaux.

Cuvier et Valenciennes, en 1828, parlant de la vessie natatoire, admettent comme certain que dans la vessie sans conduit l'air est sécrété par des organes glanduleux. Que son usage le plus apparent est de maintenir le poisson en équilibre avec l'eau, de le rendre plus pesant ou plus léger qu'elle et par conséquent de le faire descendre ou monter. Ils disent que

l'on a pensé que cet organe peut être un auxiliaire des organes de la respiration, mais l'opinion qu'elle est matériellement l'analogue du poumon ne leur paraît reposer sur aucun fondement réel. Ils trouvent difficile d'expliquer comment cet organe est refusé non seulement à des poissons demeurant tranquilles au fond de l'eau, mais à beaucoup d'autres, qui ne paraissent le céder à aucun par la rapidité et la facilité de leurs mouvements.

Cuvier, en 1829, mentionne une vessie natatoire celluleuse dans Amia calva, L. et dans les Lepisostées, Lac.

Geoffroy-Saint-Hilaire, en 1829, fait savoir que la vessie aérienne du Polyptère bichir du Nil remplit presque tout le vide de l'abdomen, qu'elle s'ouvre immédiatement au moyen d'une fente dans la partie supérieure de l'œsophage, et qu'un muscle constricteur entoure cette ouverture. Il dit que ce poisson vit au fond de l'eau, et constamment à terre, où il parvient à ramper à la manière des serpents, et en s'aidant de ses longues nageoires pectorales.

Hancock, en 1830, pense que tous les poissons possèdent une vessie natatoire ; il dit que le Scomber scombrus en a même deux. Il pense que la vessie natatoire soutient le poisson quand il monte dans l'eau, mais qu'elle ne contribue pas à le faire avancer dans cet élément. Qu'elle n'a pas pour la natation l'importance qui est généralement supposée ; mais que son utilité principale sera trouvée dans quelque autre fonction, quand on se sera livré à des expériences à ce sujet.

Löven, en 1830. Edwards dit que Löven soutient l'opinion que la vessie natatoire est un instrument de respiration.

Saagmans Mulder, en 1831, observe qu'en pressant la partie antérieure de la vessie natatoire d'un Cyprin, le liquide de la cavité située au-dessus des sacs auditifs est mis en mouvement ainsi que la masse écumeuse qui entoure le cerveau. Il serait porté à supposer qu'il est nécessaire pour les poissons de recevoir des vibrations du milieu extérieur non seulement aux organes de l'ouïe, mais à toute la masse du cerveau.

Taylor, en 1831. Cité par M. le Prof. docteur H. Lichtenfeld dans son « Literatur zur Fischkunde », en 1906.

Retzius, en 1833, décrit la vessie natatoire du Syngnathus acus et S. ophidion.

Hollard, en 1833. Cité par F. Poey, 1858, in the Annals of the Lyceum of Natural History, vol. VI, p. 133.

Agassiz, en 1834, trouve que l'anatomie des Lepisosteus fournit un argument concluant en faveur de la théorie selon laquelle la vessie natatoire des poissons est analogue aux poumons des autres vertébrés. Selon lui, la fente par laquelle cette vessie s'unit, chez le Lepisosteus, au pharynx ressemble plus à l'entrée de la trachée chez les vertébrés pulmonaires en général, que l'ouverture par laquelle, chez les amphibies perennibranchiates, les poumons communiquent avec le pharynx.

Berlak, en 1834, donne une description et des figures de la vessie natatoire de différentes espèces de poissons, et il fait attention surtout aux nerfs. Selon lui, la vessie natatoire est un organe auxiliaire de la respiration, et le conduit pneumatique est l'analogue de la trachée.

Von Baer, en 1835, observe le développement de la vessie natatoire du Cyprinus blicca. A la fin du premier jour de la naissance de l'embryon, il voit un peu de côté, à la partie antérieure dorsale du canal digestif, une trace de la vessie natatoire. A peu près au cinquième jour, l'air se montre dans cet organe. Puisque l'air y vient tout à coup, on peut supposer qu'il est avalé. Ensuite, le poisson vient souvent à la surface de l'eau et quand on l'empêche d'y venir il meurt. Après quelques jours, la nécessité de prendre ainsi de l'air cesse. Le canal de la vessie se rétrécit à la fin de la première semaine. V. Baer compare cette vessie au poumon droit et pense que l'air avalé se renouvelle plusieurs fois, et que les poissons respirent pendant quelques jours par des poumons et par des branchies. C'est la vessie postérieure.

La vessie antérieure se forme plus tard ; il regarde cette dernière comme un prolongement de l'oreille, qui s'unit à la vessie postérieure dans la quatrième semaine. Il pense que la question de savoir si la vessie natatoire est un poumon appauvri peut être éclaircie en étudiant son développement. Il n'attache que peu de signification au fait que le conduit

soit lié près de la naissance au canal digestif ou un peu en arrière. Il ne doute pas que les vessies sans conduit et celles avec un conduit aient la même origine, parce que ce conduit de Cyprinus blicca est d'abord large, puis devient de plus en plus étroit. Supposant que dans d'autres espèces ce rétrécissement s'accentue jusqu'à une oblitération complète, et l'on arrive ainsi à la vessie sans canal.

La vessie natatoire ne se développe pas en véritable poumon, cela peut tenir à la petite différence de son lieu d'origine. Il lui semble qu'elle est formée par une excroissance de la membrane muqueuse, tandis que les vrais poumons se forment toujours par l'excroissance d'une partie du canal digestif, là où la membrane des vaisseaux et la membrane muqueuse sont intimement unies. La vessie natatoire acquiert ses vaisseaux sanguins plus tard, comme toute partie qui est soumise à une nutrition, sans être formée de la région sanguine originelle, ainsi que le montre le fait que ses vaisseaux ne dérivent pas des vaisseaux originaux de l'appareil branchial, mais du cours ultérieur de l'aorte, et diffèrent pour les diverses espèces de poissons. En regardant tout l'appareil pneumatique des animaux vertébrés, lequel est en connexion avec le canal digestif, on voit que ce sont seulement les poches, lesquelles peuvent se dilater et se rétrécir, et par là prendre et expulser de l'air, et sont reliées au côté ventral du canal digestif, qui apportent un changement dans le sang : ce sont les vrais poumons. Mais les cavités accessoires du nez et la trompe d'Eustache ainsi que la cavité du tympan ne changent rien au sang ; ils sont en connexion avec le côté dorsal du canal digestif, comme la vessie natatoire. Celle-ci n'est pas un vrai poumon, mais remplit plutôt un espace, qui est formé ainsi que le sinus par d'autres conditions de développement. Il tient pour certain que la prétendue vessie natatoire du genre Cobitis est un barillet ou poche d'air de l'oreille. Il la compare avec la vessie antérieure du genre Cyprinus.

Il pense que les vessies natatoires sont partiellement des cavités pour l'oreille, partiellement des cavités d'air pour le corps, ces dernières ayant une influence sur la natation et sur la respiration.

Ce qui a longtemps poussé à identifier la vessie natatoire avec un poumon, c'est la comparaison avec la vessie urinaire, laquelle se trouve chez les mammifères devant et par-dessous le rectum, chez les poissons en arrière et par-dessus et dans des positions intermédiaires. La vessie urinaire peut de même manquer. Elle se trouve surtout là où manque la vessie natatoire, et elle est très rare chez les poissons avec un conduit pneumatique. Il pense que la pression sur la vessie natatoire se fait également sentir sur la vessie urinaire et que la vessie urinaire peut suppléer la vessie natatoire.

Il termine ses réflexions par la conclusion suivante : Les vessies natatoires, appartenant à l'appareil pneumatique, sont au moins de deux sortes : l'une est analogue à la trompe d'Eustache et à la cavité du tympan ; et l'autre, bien qu'elle soit une excroissance du canal digestif, n'a qu'une analogie générale avec les poumons des animaux plus élevés ; elle est plutôt un sinus du corps dont la fonction générale doit être de rendre le corps spécifiquement plus léger, même quand elle exerce en même temps une influence sur le changement du sang.

Rathke, en 1835, écrit à v. Baer qu'il a vu dans les embryons d'espèces de Syngnathus le conduit pneumatique, qui se ferme plus tard, et que le canal digestif n'est alors lié avec la vessie natatoire que par les vaisseaux sanguins.

Erman, en 1835, trouve 50, 28 p. 100 d'O dans la vessie natatoire d'Exocoetus evolans, et dans celle du Scomber pelamys 79,24 p. 100. Il attire l'attention sur le fait que ces poissons avaient été pris à la surface.

Von Baer, en 1836, constate nettement dans les embryons des Perches un conduit pneumatique. Quand l'embryon quitte l'œuf, la vessie natatoire n'existe pas encore, mais elle se montre bientôt. Le conduit pneumatique se rétrécit successivement, si bien qu'au huitième jour on ne peut plus voir qu'il est creux. Ce qui confirme sa conclusion antérieure que les vessies natatoires sans conduit se forment de la même manière que celles avec conduit.

Yarrel, en 1836, cité par Quekett en 1844, affirme que le quart des poissons est dépourvu de vessie aérienne et que

les deux tiers des autres n'ont ni conduit ni ouverture pour faire communiquer la vessie avec l'extérieur.

Cuvier, en 1837, dans son article sur la natation, parle de l'influence probable de la vessie natatoire sur les mouvements du poisson en haut et en bas et son équilibre avec l'eau.

Rathke, en 1838, pense que la vessie natatoire peut faciliter la nage, favoriser l'ouïe et causer des changements particuliers dans la composition du sang ; que, selon les différentes espèces de poissons, l'une de ces fonctions domine. Il pense que la membrane muqueuse de cette vessie peut sécréter et résorber du gaz et qu'il est possible que la résorption des gaz sécrétés ait lieu quand les poissons sont dans des circonstances telles que les branchies ne peuvent pas acquérir assez de gaz ou que le gaz résorbé est consommé par d'autres organes ; que la résorption est moins intense dans les vessies ouvertes que dans les vessies closes, parce que les premières ont moins de vaisseaux sanguins, mais à cause de cela leur conduit ouvert leur est utile.

Il observe pour les Synngathes que les embryons, pris de la cavité de la mère, n'ont pas encore d'air dans leur vessie natatoire et que le conduit est déjà fermé et résorbé quand les petits quittent cette cavité ; ainsi, dans ce cas, l'air ne peut avoir été avalé. Il ne partage pas l'opinion de von Baer, qui pense que la première moitié de la vessie natatoire des espèces de Cyprins se forme séparément pour se réunir plus tard à la moitié postérieure. Il discute largement ses opinions et décrit différentes vessies natatoires. Chez le Clupea harengus et le Clupea sprattus, il observe que cette vessie ne s'ouvre pas seulement par un conduit dans l'extrémité du cul-de-sac de l'estomac, mais encore par une petite ouverture auprès de l'anus. Chez le Crenilabrus lapina, il voit au côté inférieur postérieur de la vessie un trou dans la membrane fibreuse ; la membrane intérieure y est en contact avec la membrane du ventre.

Dugès, en 1838, dit que la vessie natatoire communique fréquemment avec l'œsophage, qu'elle peut en recevoir de l'air par déglutition ou évacuer en sens inverse celui sécrété dans son intérieur par des glandes particulières. Il trouve douteux

que cet organe aide au mouvement vers le haut et vers le bas et relève le fait que Humboldt et Provençal ont vu des tanches monter et descendre après l'ablation de la vessie aérienne et que Gerdy déclare qu'une carpe dont la vessie est crevée revient très aisément à la surface et retombe seulement plus promptement au fond. Il pense que cet organe a seulement quelque avantage pour l'équilibre du poisson.

Breschet, en 1838, dans sa description de l'organe auditif de l'alose, appelle la vessie natatoire un organe accessoire de l'oreille.

Müller, en 1839, reconnaît dans les corps rouges de la vessie natatoire tous les caractères des réseaux miraculeux et de leurs variations. Il observe ces réseaux dans les vessies de beaucoup de poissons, aussi bien dans celles avec un conduit que dans celles sans conduit, et il en énumère quatre formes : dans la première, les troncs se divisent en beaucoup de tubes fins, tels que radiations, queues, pinceaux, lesquels, après un long cours, se continuent souvent en de petites branches ramifiées. Ces radiations peuvent, comme dans les Cyprins, s'étendre sur toute la vessie natatoire sans qu'il se forme un entassement local ou un corps rouge. Dans la deuxième forme, les réseaux miraculeux consistent en de semblables pinceaux diffus, mais ils sont locaux; c'est le commencement d'un corps rouge ou glande sanguine. Les artères et les veines se ramifient après avoir quitté le pinceau, elles peuvent déjà être capillaires dans le pinceau ; aussi leurs ramifications demeurent-elles dans l'entourage voisin, d'où le sang retourne par des tubes veineux dans le pinceau. Il en est ainsi pour le brochet. Dans la troisième forme, le pinceau qui est local se divise en de nombreux tubes capillaires qui se réunissent en un bon nombre de tubes un peu plus forts, lesquels se ramifient dans une région autour du pinceau, tandis que d'autres parties de la vessie reçoivent le sang de vaisseaux simples. C'est le cas pour les Gadus, Perca, etc. Dans la quatrième forme, les corps rouges sont des réseaux miraculeux amphicentriques d'artères et de veines dont des vaisseaux se distribuent dans toute la paroi de la vessie natatoire en formant de nouveaux troncs. Ces réseaux miraculeux amphicentriques ont deux centres

d'artères et de veines. Cette forme existe chez les murènes.

Müller ne trouve pas de rapport entre le ductus pneumaticus et les réseaux miraculeux. Les Esox ont de vrais corps rouges et pourtant un ductus, l'Espadon n'a pas de ductus et non plus d'entassements locaux de vaisseaux sanguins sous forme de glande sanguine. Souvent l'artère, qui nourrit le réseau miraculeux, envoie du sang dans la membrane interne par des branches qui ne sont pas en rapport avec les réseaux. La région autour des pinceaux s'en distingue non seulement par le cours des vaisseaux, mais aussi par sa structure celluleuse ; c'est une glande pour la sécrétion de l'air, qui est adhérente au réseau miraculeux. Elle n'est pas seulement à la périphérie du pinceau, mais elle couvre aussi une partie du réseau miraculeux et peut en être enlevée. Dans la membrane intérieure qui tapisse ce bord glanduleux, il suppose l'existence de petits tubes pour faire passer l'air sécrété, bien qu'il ne puisse pas les constater. Chez l'Espadon, il observe dans toute la membrane intérieure beaucoup de stigmata.

Chez le Polypterus bichir, il y voit des fossettes en lignes parallèles entre des raies élevées. Quand le bord glanduleux autour des pinceaux manque, comme chez l'Esox, la membrane intérieure sécrète l'air dans la région où les radiations des réseaux se perdent dans les capillaires. Chez les Murènes et les Cyprins, toute la membrane intérieure sécrète ; de même chez les poissons où manquent les réseaux miraculeux, comme le Saumon. Les réseaux miraculeux eux-mêmes ne sécrètent pas de l'air, ils sont un arrêt local pour le sang. Müller suppose un échange de gaz entre différents capillaires. Le conduit pneumatique lui semble être une soupape de sûreté. Quand l'orifice est grand, il pense qu'il lui est possible d'avaler de l'air par là. Le conduit manque ordinairement chez les Acanthopterygiens et les Gadides. La plupart des Malacopterygiens en possèdent un.

Owen, en 1839, dit que les organes respiratoires du Lepidosiren annectans consistent en les branchies et une vessie natatoire double, qu'il décrit.

Treviranus, en 1839, dans ses observations sur les organes de la circulation du sang relève le fait que les poissons possè-

dent des organes dans lesquels les dernières branches des vaisseaux sanguins finissent en touffes : c'est le cas de l'œil des poissons, de l'estomac du Cobitis fossilis et de la vessie natatoire des Trigles.

Bischoff, en 1840, attribue une fonction respiratoire aux sacs pleins d'air chez le Lepidosiren paradoxa ; il les appelle poumons, à cause de leur structure et parce qu'ils communiquent directement avec le cœur par des vaisseaux sanguins.

Milne-Edwards, en 1840, range au nombre des arguments en faveur de la nature herpétologique des Lepidosiren paradoxa, le fait que l'ouverture de la glotte de leurs sacs pulmonaires se trouve au côté ventral du pharynx, ce qui constitue une ressemblance avec les poumons des reptiles, etc., et une opposition avec les vessies natatoires.

Jacobi, en 1840, arrive à cette conclusion que la vessie aérienne est analogue aux autres cavités de la tète et du corps; la vessie antérieure des Cyprini, Erythrini et Gymnoti macrouri se rapproche le plus de la cavité tympanique, tandis que la vessie des Esocis, Clupeae, Polypteri, ainsi que la vessie postérieurs des Cyprini, Erythrini, Gymnoti, pourvue d'un canal, sont à comparer au tube eustachien. La sécrétion de l'air dans cette vessie ne peut pas être confondue avec la respiration. La vessie aérienne n'a pas plus de rapport avec les poumons que n'en ont les autres cavités. Les corps rouges et les vaisseaux flabelliformes se rapportent à la sécrétion de l'air comme la tunique choroïde au pigment, la rate à la bile.

Valentin, en 1840, étudie la vessie natatoire celluleuse du Lepisosteus spatula, Lac, et en conclut que sa structure celluleuse n'est pas pareille à celle des poumons. Il regarde la vessie aérienne du Lepidosiren comme des poumons et cet animal comme un reptile.

Natterer, en 1840, place le Lepidosiren paradoxa parmi les reptiles.

Il acquiert un individu d'un marais, un autre d'un fossé.

Bellengeri, en 1841. Edwards, 1857, mentionne l'opinion de Bellengeri qui tient la vessie natatoire pour un instrument accessoire de respiration.

Van der Hoeven, en 1841, donne une description et des figures de la vessie natatoire celluleuse du Lepisosteus osseus.

Müller, en 1841, a abandonné l'opinion d'après laquelle le lieu d'insertion d'un sac aérien dans le pharynx indiquerait si l'on est en présence d'une vessie natatoire ou d'un poumon; il a observé, en effet, que l'ouverture d'une vessie natatoire dans le pharynx peut se déplacer du côté dorsal au côté ventral, comme c'est le cas chez le Polypterus bichir. Que pour ce poisson on ne peut parler de poumons, cela résulte du fait que ces vessies reçoivent du sang rouge-clair et rendent du sang rouge-foncé, comme toutes les vessies natatoires. Il observe une insertion latérale de la vessie natatoire celluleuse dans le pharynx de l'Erythrinus. Il croit qu'il n'est pas exact de comparer les vessies natatoires celluleuses avec les poumons et dit que leur différence consiste dans la circulation du sang. Seuls les sacs aériens qui reçoivent du sang rouge-foncé sont des poumons.

Parce que le Silurus singio et encore d'autres espèces de poissons possèdent des poumons dans les cavités des branchies, il dit qu'il y a des poissons avec des poumons et des ouïes, de même qu'il cite des amphibies avec des ouïes à côté des poumons. Mais les vessies natatoires celluleuses ne servent pas à respirer, leurs membranes celluleuses sont plutôt des organes de sécrétion de l'air.

Vogt, en 1842, Cité par Prof. Thilo, 1903, S. 540.

Valentin, en 1842, décrit la vessie natatoire du Gymnoticus electricus.

Müller, en 1843, mentionne quelques vessies natatoires celluleuses dans la famille des Siluroïdes. Chez le Bagrus filamentosus M. T. il décrit deux vessies natatoires celluleuses, qui sont tout à fait séparées et dont la première seule possède un canal, la deuxième n'a pas de communication avec l'air. Selon Müller, les poumons et les vessies natatoires sont anatomiquement et physiologiquement différents. Ils se ressemblent en ce qu'ils sont tous les deux des excroissances de la gorge, il y en a encore d'autres. On peut bien trouver une analogie avec telle partie des poumons, qui ne prend pas

part à la respiration, notamment le tube aérien et ses branches, qui reçoivent leur sang par des vaisseaux propres, distincts des vaisseaux pulmonaires. Les vessies natatoires peuvent être comparées à la partie non respiratoire des poumons. Les branchies possèdent, de même que les poumons, ces deux systèmes distincts de vaisseaux sanguins.

Müller observe, dans quelques genres de Silures, avec des fentes branchiales étroites, un appareil particulier pour élargir la vessie natatoire et rendre le poisson spécifiquement plus léger dans sa partie antérieure. Il attribue la même fonction aux appareils différents situés à la naissance de la vessie natatoire chez les Ophidiens. Selon lui, l'équilibre du poisson ne dépend pas de la vessie natatoire ; cet organe nuit plutôt à son équilibre qu'il ne le favorise. Les poissons pourvus d'une telle vessie sont pourtant souvent plus lourds que l'eau. Il coupe les nageoires horizontales à un brochet ainsi que les nageoires dorsales et anales, après quoi ce poisson descend tout au fond. Mais beaucoup de poissons munis d'une vessie natatoire ont leur poids spécifique si rapproché du poids de l'eau, qu'il faut très peu de chose pour les maintenir à la surface ou pour les faire descendre au fond. Le poids spécifique de l'eau augmente peu avec la profondeur, 326 atmosphères compriment de 0,035 et une pression d'une atmosphère de 0,0001. A un gardon, plus lourd que l'eau, nageant au fond, il coupe les nageoires horizontales, après quoi ce poisson nage près de la surface et en équilibre ; quelquefois, il s'approche du fond et y flotte sans mouvements natatoires.

Quand on met la vessie natatoire d'un Cyprin ou d'un Characin dans la machine pneumatique, sa partie antérieure se dilate fortement, sa partie postérieure peu. La même chose doit arriver dans l'eau quand la pression diminue ; par conséquent le poisson dirige la tête en haut quand il monte, car la partie antérieure devient ainsi plus légère. Le contraire a lieu pour descendre.

Müller, en 1844, dit que la vessie natatoire double du Polypterus n'est pas un poumon, car elle reçoit du sang rouge-clair. Il note que le canal aérien manque aux vessies natatoires de tous les Acanthoptérygiens, des Malacopterygii subbra-

chii, des Plectognathes, des Lophobranchiers et des Pharyngognathes ; qu'il existe chez les Malacopterygii abdominales, si l'on en excepte les Scomberesoces, et chez les Anguilles, lesquelles Müller réunit sous le nom de Physostomi. Il relève le fait que la vessie natatoire est reliée à l'organe de l'ouïe par des os auditifs chez les Cyprins, les Silures et les Characins, et que cet organe est transversalement divisé chez les Cyprins et les Characins.

Muller, en 1844, s'exprime dans son manuel de physiologie en ce sens qne l'air dans la vessie natatoire est sécrété par la surface interne de cet organe et que cet air est probablement destiné à changer le poids spécifique du poisson par la pression des parois abdominales et la dilatation.

Quekett, en 1844, publie une description de vaisseaux sanguins de la vessie aérienne des poissons, particulièrement de la morue, du brochet, de la perche, de l'anguille et du rouget ; il recherche si une inspection de ces vaisseaux peut donner une idée de la fonction de l'organe. Selon lui, les différences de la proportion de l'oxygène dans les vessies closes dépendent de la glande rouge ; il croit qu'elle ne sécrète pas de l'air, à cause du manque de communication à l'extérieur, mais que cette glande sert à purifier le sang ou l'air. Que l'air n'est pas mis en contact avec le sang, comme dans les poumons des Mammalia, mais que le sang dans la glande est mis en contact avec l'air. Aussi un arrangement de vaisseaux parallèles, comme dans la glande rouge de la morue et de l'anguille, se retrouve-t-il dans la glande choroïdale des yeux des poissons et dans les deux glandes larges situées près du foie dans le thon. La ramification ténue des vaisseaux capillaires dans la vessie de l'anguille ressemble à celle qui existe dans les poumons des reptiles ; et cet arrangement ondulé est analogue à celui des vaisseaux de l'allantoïde des grenouilles auquel on attribue une fonction respiratoire.

Duvernoy, en 1844, estime que le développement tardif de la vessie natatoire, qui ne commence à se montrer que vers le moment de l'éclosion, ne permet pas de lui supposer une fonction respiratrice chez le fœtus. Il dit que Rathke n'a pas rencontré cette vessie durant le premier développement

de l'œuf chez les Syngnathes, ni de Quatrefages dans le Scyphius ophidion. Vogt ne l'indique dans la Palée que vers le moment de l'éclosion, et Filippi vers cette époque dans le Gobie fluviatile. Duvernoy la trouve médiocrement développée dans le fœtus de Poecilies, sa forme y est très différente de celle de l'adulte dont la capacité est considérable ; ces métamorphoses sont très remarquables.

Peters, en 1845, dit que la nature des poumons du Lepidosiren est démontrée par l'entrée directe de la veine pulmonaire dans le cœur et plus encore par le fait que des branches du truncus arteriosus proviennent déjà des artères corporelles. Il explique aussi pourquoi il tient cet animal pour un poisson.

Vogt, en 1845, admet que le Lepidosiren possède des poumons et qu'il respire de l'air par le moyen de narines percées ; c'est pourquoi il veut le ranger parmi les reptiles.

Hyrtl, en 1845. Milne-Edwards dit que Hyrtl considère le Lepidosiren comme étant un poisson.

Costa, en 1846. Cité par M. le Prof. Lichtenfeld, 1906, dans son « Literatur zur Fischkunde ».

Stannius, en 1846, donne un résumé sur la vessie natatoire ; il trouve tout à fait juste que von Baer et Müller aient combattu l'opinion d'après laquelle la vessie natatoire est comparable aux poumons des animaux vertébrés plus élevés.

Owen, en 1846, cherche bien une analogie entre les vessies natatoires et les poumons, en indiquant une transition chez le Lepidosiren et les Batraciens, bien que la vessie ne remplisse pas les fonctions d'un poumon. Il dit qu'elle est, dans la plupart des poissons, analogue aux chambres d'air des coquilles des Cephalopodes polythalames et chez quelques poissons au tympanum des vertébrés plus élevés.

Cuvier et Duvernoy, en 1846, contestent l'importance de la vessie natatoire pour la respiration, surtout parce qu'elle peut exister dans une espece d'un genre et manquer dans une autre. Ils cherchent une relation entre la forme et la position de cette vessie et la forme du corps et les proportions de la tète. Quand celle-ci est très forte, la vessie est volumineuse, de son côté, et située plus avant dans la cavité viscérale. La membrane interne produit souvent un épithélium, qui a le brillant métal-

lique des paillettes d'or ou d'argent. Les Syngnathes, l'Holocentre et le Trigla hirundo n'ont ni canal aérien, ni corps rouges à leur vessie natatoire. Ils présument que les vaisseaux sanguins, même lorsqu'ils ne sont pas rassemblés en un organe d'apparence glanduleuse, sont propres à sécréter de l'air.

Duvernoy, en 1846, en parlant du Lepidosiren, Natt. et du Protopterus, Owen, nomme leurs poches aériennes des poumons et en conclut que ces animaux appartiennent aux amphibies.

Erdl, en 1847, mentionne chez le Gymnarchus niloticus un poumon bien développé et dit que sa structure ressemble à celle du Lepidosiren.

Melville, en 1847, pense que le Lepidosiren possède des poumons et qu'il appartient aux amphibies.

Valenciennes, en 1847 et en 1848. M. Gouriet, 1866, relève le fait que Valenciennes rejette toute participation des parois abdominales aux changements de volume de la vessie natatoire.

Carus, en 1848, publie une figure de la vessie natatoire du Cyprino barbo en sa position naturelle dans le corps du poisson.

Hyrtl, en 1849, dit que le Caranx xanthurus envoie de sa vessie natatoire des excroissances tubuleuses dans les épines inférieures des trois premières vertèbres caudales.

Czermak, en 1850, recherche la contractilité de la vessie natatoire de l'Esox lucius. Par un courant électrique il acquiert des rétrécissements transversaux. Il observe une couche mince de fibres contractiles entre le péritoine et la surface extérieure de la membrane fibreuse de la vessie natatoire. Les fibres se dirigent transversalement, excepté dans la région d'insertion du canal pneumatique. Il n'y en a pas du côté des reins. Chez le Chondrostoma nasus, l'Abramus brama, et le Barbus fluviatilis, il constate la contractilité seulement dans la partie postérieure de la vessie. Il donne ensuite une description des nerfs de la vessie natatoire de l'Esox lucius.

Franzius, en 1851, raconte qu'il observe de petites plaques élastiques dans une couche de cellules à l'intérieur de la paroi de la vessie natatoire du Salmo salvelinus.

Bergman et Leuckart, en 1852, pensent que la fonction de la vessie natatoire n'a rien à faire avec le rôle principal des poumons, mais qu'elle règle le poids spécifique du poisson et qu'elle peut déplacer son centre de gravité. L'eau ne se condense que très peu par la pression, par suite son poids spécifique vers le fond n'augmente que très peu. Quand, par la compression de sa vessie natatoire, le poisson se fait un peu plus lourd que l'eau n'est à la surface, l'animal peut alors descendre très profondément avant d'arriver aux régions des eaux dont le poids spécifique est égal à son poids. Il admet que la compression du poisson, indépendamment de la vessie natoire, est à peu près égale à celle de l'eau et que sa densité augmente dans la même proportion. Mais le poids spécifique du poisson, quand il descend, augmente plus que la densité de l'eau, car il a dans sa vessie natatoire du gaz, qui se comprime en proportion de la pression. La vessie est à la surface sous la pression d'une atmosphère, indépendamment de sa tension propre. Plus un poisson descend profondément, plus cet air se comprime; mais si, au commencement de la descente, la membrane a une tension, celle-ci diminue d'abord, et la pression de l'air peut être ralentie. Quand la tension de la membrane a cessé, alors la pression de l'eau agit seule. Il n'est pas vraisemblable qu'un poisson avec une vessie natatoire puisse aller à des profondeurs très différentes, et cela lui serait d'autant plus difficile que cet organe est plus grand. Si la vessie garde longtemps, au moment de la descente, sa tension propre, le poisson a le pouvoir de monter en diminuant cette tension, mais quand la tension propre a cessé, c'est la force de la natation et des muscles de la queue qui seule lui aide à s'élever. Dans certaines limites, la vessie natatoire peut faciliter la descente et l'ascension.

Un poisson qui vit à une certaine profondeur et qui y a sa vessie natatoire remplie d'air peut, sans que cette vessie soit trop comprimée ou trop dilatée, monter et descendre plus facilement qu'un poisson qui vit vers la surface. Car la vessie d'un poisson qui descend de la surface à trente deux pieds est réduite de moitié, par suite de la pression de l'eau, mais un poisson vivant à 320 pieds de profondeur, c'est-à-dire sous la pression de 11 atmosphères, peut descendre à 32

pieds, sans que la pression augmente de plus d'un onzième.

Quand un poisson monte des profondeurs, la propre tension de sa vessie diminue d'abord, puis, quand cette tension a cessé, la vessie se dilate de plus en plus par suite de la diminution de la pression, et si le poisson ne s'arrête pas à temps il monte de plus en plus vite, jusqu'à ce que la vessie se dilate trop et se déchire. C'est ce qui peut arriver par les temps orageux. Ils pensent que les poissons pourvus d'une vessie natatoire sont contraints de rester dans une région verticale limitée, qui n'est pas épaisse et qui est différente selon les diverses espèces. Ils croient qu'il est certainement exagéré de supposer que les muscles de la vessie natatoire peuvent exercer une pression d'une atmosphère. Un peu en dehors des limites qui lui sont assignées, le poisson peut encore revenir à l'aide des nageoires, beaucoup en dehors il ne le peut plus. Selon ces idées, il dépend du hasard qu'un poisson mort, pourvu d'une vessie natatoire, aille au fond ou vienne à la surface. La variabilité de la quantité d'air dans la vessie natatoire permet un changement lent d'habitation.

Hyrtl, en 1852, dit que la vessie natatoire du Lepidosteus osseus n'a pas une fonction respiratoire, parce qu'elle reçoit du sang rouge et rend du sang noir.

Reinhardt, en 1852, décrit une vessie natatoire double dans la famille des Gymnotes et relève sa connexion avec l'oreille par des os auditifs.

Foerg, en 1853, admet que le Gymnarchus niloticus possède un poumon.

Duvernoy, en 1853, ne peut pas considérer la vessie aérienne du Gymnarchus niloticus comme un poumon. Il persiste à penser qu'aucun poisson n'a de véritables sacs aériens pulmonaires.

Kner, en 1853, fixe son attention sur la vessie natatoire du genre Doras, dans lequel elle présente une grande diversité de formes selon les différentes espèces. Les différences intéressantes sont figurées.

Leydig, en 1853, parle d'épithelium flagelleux dans la vessie natatoire d'Acipenser nasus. Dans la paroi de cet

organe, chez quelques autres poissons, il voit de petites plaques de forme irrégulière.

Leydig, en 1854, observe la richesse des nerfs dans les muscles de la vessie natatoire du Trigla hirundo et du Dactyloptera volitans. Dans la membrane interne de la vessie natatoire du Dactyloptera et du Cepola il constate beaucoup de petites plaques élastiques.

Hyrtl, en 1854, décrit la vessie natatoire du Heterotis Ehrenbergii C. V. et en donne des figures.

Stannius, en 1854. Moreau, 1876, cite que Stannius dit que le rôle physiologique de la vessie natatoire consiste dans une formation gazeuse dont la compression ou l'expansion peut changer la densité de l'animal ou déplacer le centre de gravité.

Kaup, en 1856, décrit la vessie natatoire du Carapus inaequilabiatus, Val. dont il donne une figure. Le Professeur Dr. F. H. Troschel étudie celle d'un Carapus fasciatus et trouve celle-ci telle que Reinhardt l'a dépeinte. Il observe également celle du Gymnotus electricus.

Hyrtl, en 1856, dit, en étudiant le cours des vaisseaux sanguins, que la vessie natatoire du Gymnarchus n'est pas un poumon. Mais au temps de la sécheresse, quand l'animal manque d'eau, les conditions du sang changent, la respiration des branchies cesse, du sang veineux vient d'arriver dans la vessie natatoire et du sang artériel va en sortir, cette vessie va temporairement fonctionner comme poumon.

Cet organe peut se dilater très largement et est pourvu de beaucoup de vaisseaux sanguins.

Filippi, en 1856, décrit la vessie natatoire du Gadopsis ater (Pteridium atrum) et surtout les muscles, qui tirent, selon lui, cet organe vers la tête. Il attribue à tous les Ophidini un appareil pour tirer cette vessie par devant.

Milne-Edwards, en 1857, relève le fait qu'il y a une transition entre les batraciens inférieurs et les poissons, à cause des organes, fort analogues à des poumons, qui peuvent coexister avec les branchies dans quelques représentants de la dernière classe. Ce sont les poches aériennes des Lepidosiren, qui s'ouvrent par une glotte dans le plancher du pharynx

et qui montrent les caractères de véritables poumons. La vessie aérienne des Polyptères ressemble beaucoup aux poches aériennes des Lepidosiren, mais en recevant seulement du sang artérialisé elle n'a plus les caractères essentiels d'un organe respiratoire. Chez le Lepisostée, les deux sacs sont remplacés par une vessie impaire, qui débouche par une ouverture comparable à une glotte dans la partie inférieure de l'œsophage. La transformation en vessie natatoire se continue dans l'Amia et le Gymnarchus, où le sac aérien occupe la portion dorsale de la cavité abdominale et communique au dehors à la paroi supérieure de l'œsophage. La structure celluleuse dans quelques vessies aériennes est à peu près semblable à celle du poumon de divers batraciens et reptiles bien qu'elle n'en ait pas la fonction. Quand il y a une communication avec l'extérieur, cette vessie est remplie d'azote mêlé à de l'oxygène en faible proportion et à un peu d'acide carbonique, mais quand cette vessie est fermée, l'air qu'elle renferme est souvent très riche en oxygène, comme si le poisson avait la faculté d'y emmagasiner du fluide respirable pour subvenir aux besoins de la vie, quand le principe comburant lui manque au dehors. Il considère cet organe comme le représentant anatomique des poumons, mais qui ne mérite presque jamais d'en porter le nom pour le physiologiste et qui constitue le plus souvent un appareil hydrostatique plutôt qu'un instrument de respiration.

Leydig, en 1857, compare au point de vue morphologique la vessie natatoire avec les poumons et en décrit la structure.

Dufossé, en 1858, dans une étude sur la voix du poisson observe que chez l'Ophidium barbatum Cuv. et l'O. vassali, Risso, les mâles ont un appareil vésico-aérien et que ce dernier est propre à produire des sons, tandis que la vessie aérienne des femelles est dépourvue d'un tel osselet mobile. Dans la seconde partie, il émet l'opinion que chez les Marlamats et les Lyres la vessie pneumatique reçoit les vibrations engendrées par des muscles voisins et les multiplie en donnant aux sons qui en résultent la force nécessaire pour ébranler le milieu ambiant.

Poey, en 1858, range le Lepidosteus entre reptile et poisson, et attribue à sa vessie natatoire une sorte de fonction pulmonaire. Cet animal vient, toutes les 5 à 8 minutes, prendre de l'air à la surface et redescend tout de suite; après une seconde, une demi-douzaine de bulles d'air s'échappent par les ouvertures branchiales.

Cleland, en 1858, décrit et figure la vessie natatoire du Malapterurus Beninensis.

Reissner, en 1859, observe la vessie natatoire dans le Callichthys, le Loricaria, l'Hypostoma, et le Rinelepis, mais dit que chez ces poissons les conditions morphologiques sont si particulières que cette vessie demeure facilement inaperçue.

Dufossé, en 1862, recherche chez des espèces de Trigle et de Zeus la vibration des muscles intrinsèques de la vessie pneumatique. Les sons qui en résultent sont en général purs, de longue portée, avec une certaine variété de ton et mutabilité de timbre. Les muscles intrinsèques peuvent en se contractant pendant qu'ils vibrent, changer la forme de la vessie, tendre ou relâcher une partie de la paroi et par ces changements apporter des modifications dans l'intensité et le timbre des sons. Ceux-ci sont compris entre le si 2 et le ré 5.

Sussdorf, en 1862, conclut d'une expérience avec de petits poissons transparents qu'il n'y a pas de relation entre la vessie natatoire et l'atmosphère, car la vessie ne se dilate pas en proportion de la raréfaction de l'air. Il ne croit pas que la tension de l'air dans la vessie corresponde à la pression de l'eau. La vessie natatoire a pour raison d'être de constituer le poids spécifique et de régler le centre de gravité.

Moreau, en 1862, signale le fait qu'en cas d'asphyxie les perches absorbent l'oxygène contenu dans leur vessie natatoire et que, dans d'autres conditions, elles peuvent augmenter la proportion de ce gaz à un haut degré. Après asphyxie il y reste 98-100 p. 100 d'azote et moins de 2 p. 100 d'acide carbonique.

Moreau, en 1863, écrit que par l'asphyxie les proportions des différents gaz de la vessie natatoire changent tellement que l'oxygène diminue.

Pour la Perca fluviatilis, morte par la section de la moelle épinière, il trouve dans la vessie natatoire 19-25 p. 100 d'oxygène, tandis qu'après asphyxie complète l'oxygène avait disparu tout à fait.

Moreau trouve en outre les conditions dans lesquelles il faut placer un poisson pour faire augmenter la proportion de l'oxygène dans la vessie natatoire. Il place un Cyprinus tinca dans un vase plein d'eau sous la cloche d'une machine pneumatique, jusqu'à ce que cet animal ait expulsé par son conduit pneumatique l'air de sa vessie natatoire, ensuite le poisson est apporté, en prenant garde qu'il ne puisse pas prendre de l'air atmosphérique, dans de l'eau courante où il se tient d'abord sur le fond, mais au bout de quelque temps il se met progressivement à nager, ce qui est un signe que sa vessie natatoire se remplit d'un air nouveau, qui n'a pu être emprunté à l'atmosphère. Au bout de quinze jours, l'air de sa vessie contient 60 p. 100 d'oxygène, tandis que huit tanches, qui n'ont pas subi cette expérience, ont moins de 8 p. 100 dans cet organe.

Avec les poissons sans ductus pneumaticus, il fait la même expérience en retirant l'air de la vessie à l'aide d'un trocart. Il obtient le même résultat. Une Sparus aurata fournit par la ponction 16 p. 100 d'oxygène; sacrifiée deux jours après, elle en donne 58 p. 100.

Le premier exemple montre qu'un poisson avec un canal aérien, placé dans l'impossibilité d'emprunter les gaz de l'atmosphère et sans avoir des corps rouges, peut remplir sa vessie natatoire, préalablement vidée, d'un air nouveau riche en oxygène. Parce qu'il n'est pas possible de vider la vessie tout à fait, l'azote constaté plus tard peut provenir du résidu très azoté qui y était resté. Moreau est conduit à penser que c'est de l'oxygène pur qui apparaît dans la vessie natatoire. Pour acquérir le maximum d'oxygène, on ne doit pas attendre au delà d'un certain temps pour analyser le gaz. Pour faire disparaître complètement l'oxygène d'une vessie natatoire le poisson doit être asphyxié dans une quantité d'eau d'autant plus grande qu'il est plus vigoureux et qu'il possède plus d'oxygène dans sa vessie. Car dans trop peu d'eau, le poisson

meurt avant que tout l'oxygène ait disparu. Chez les poissons sans corps rouges la proportion de l'oxygène diminue relativement peu par l'asphyxie. La rapidité du renouvellement de l'air est en raison de la vigueur du poisson.

Siebold, en 1863, dit que par la dilatation de la vessie natatoire le ventre gonflé du Coregonus hiemalis Jur. du lac Ammer crève ordinairement avec bruit, quand on tire ce poisson de la profondeur.

Moreau, en 1864, dit qu'il a soumis un Labrus à la ponction de la vessie natatoire. L'air retiré contient 16 p. 100 d'O. Une seconde ponction faite le lendemain donne 41 p. 100 d'O. Une troisième 51 p. 100 d'O., une quatrième 71 p. 100, une cinquième 75 p. 100. Le poisson, sacrifié ensuite, a dans sa vessie natatoire une certaine quantité d'un liquide qui se coagule sous l'action de la chaleur et de l'acide nitrique. Cette lésion caractérise un état extra-physiologique dans lequel se sont modifiés les phénomènes de formation de l'oxygène.

Moreau, en 1864, prouve au moyen d'un courant électrique que la vibration du diaphragme, qui existe dans la vessie natatoire des Trigles, du Zeus faber et d'autres genres de poissons sous l'influence des nerfs, produit les sons particuliers que ces poissons font entendre.

Kner, en 1864, observe des restes de canal aérien à la vessie natatoire de poissons adultes dans plusieurs genres des Acanthopterygiens, par exemple dans Holocentrum, Priacanthus, Caesio.

Voit, en 1865, découvre que les cristaux, dans la paroi de la vessie natatoire de l'Argentina sphyraena, sont composés de guanin, mélangé d'un peu de graisse.

Kner, en 1865, s'en tenant aux poissons anguilliformes, voit une vessie natatoire dans les familles Anguilloidei, Congroidei et Ophisuroidei et ne trouve pas un tel organe dans les familles Ptyobranchoidei et Gymnothoracoidei, non plus que dans les Symbranchii.

Moreau, en 1865, montre que la section du nerf sympathique, accolé aux artères allant à la vessie natatoire, amène une augmentation d'oxygène dans cette vessie. Une tanche, qui a subi cette opération, avait au bout de vingt jours 27 p. 100

d'oxygène dans sa vessie natatoire, tandis qu'une autre, qui vivait dans le même bassin mais qui n'avait subi aucune opération, offrait au bout d'un mois 4,5 p. 100 d'oxygène dans cet organe.

Monoyer, en 1866, fait des expériences avec quelques Cyprins et avec la Perca fluviatilis. Il observe que leur poids spécifique peut être moins considérable que celui de l'eau environnante: c'est le cas pour le Cyprinus alburnus; et qu'il y en a d'autres qui sont plus lourds que ce liquide, par exemple le Cyprinus gobio. Mais les différences ne sont jamais grandes. Le premier, paralysé par la section du bulbe rachidien ou mort, flotte à la surface; le dernier, au contraire, reste, dans ce cas, au fond de l'eau. Cela explique jusqu'à un certain point les habitudes différentes de ces deux espèces de poissons: le premier vit dans les couches supérieures des eaux, le dernier se tient au fond.

Il conclut que leur équilibre est instable, que leur centre de gravité est au-dessus du centre de poussée, parce que, quand il coupe toutes les nageoires, ou quand il paralyse les muscles du tronc et des nageoires, ou quand il paralyse la caudale et enlève les autres nageoires, le poisson se renverse sur le dos. Les nageoires, et surtout la caudale, sont nécessaires au poisson pour se maintenir dans le décubitus abdominal. S'il coupe les nageoires, excepté la caudale, le poisson conserve son équilibre; s'il enlève seulement la caudale, l'équilibre subsiste encore, mais est plus difficile. La vessie natatoire ne contribue pas à la stabilité de l'équilibre du poisson, elle lui est au contraire un obstacle en allégeant la région abdominale. Il enlève, au moyen de la seringue de Pravaz, un certain volume de gaz de la vessie aérienne d'un poisson déjà privé de ses nageoires et flottant dans le décubitus dorsal. L'animal tombe au fond et sur le flanc.

Les poissons ne montent pas et ne descendent pas comme les ludions en variant seulement leur poids spécifique. Cela arrive par un changement de position du centre de gravité en avant ou en arrière du centre de poussée. La masse gazeuse contenue dans la vessie natatoire se déplace en sens contraire.

La tête du poisson bascule par conséquent en haut ou en bas. Les nageoires font avancer le poisson dans la direction nouvelle de l'axe du corps. Il se convainc que le centre de gravité peut se déplacer par rapport au centre de poussée, en enlevant la nageoire caudale à un Cyprinus idus. Cet animal continue de nager, la tête en bas, la queue en haut, jusqu'à ce qu'il soit épuisé, alors il se renverse sur le dos en culbutant sur la tête, la queue plus élevée que la tête. Au bout de quelques minutes ce poisson nage dans le décubitus abdominal, la queue plus bas que la tête, comme avant l'expérience. Il a su rétablir son équilibre par le jeu de sa vessie natatoire.

Monoyer constate qu'un Cyprinus gobio, devenu accidentellement plus léger que l'eau, lutte contre la poussée du liquide à l'aide de ses nageoires tandis que la tête est tenue plus bas. Il lui semble que l'expulsion du gaz de la vessie natatoire n'est pas volontaire, mais arrive par regorgement, et que les poissons ne peuvent pas diminuer d'une manière sensible leur poids spécifique.

Dufossé, en 1866, découvre dans la vessie pneumatique de l'Ombrine la troisième membrane vésicale, la membrane interne ou diaphragmatique, qu'il retrouve dans trois espèces de Scienoides. Il dit que les Maigres, par leurs remarquables phénomènes acoustiques, méritent seuls le nom d'orgues vivants. Chez eux, l'entrelacement des ramifications tubuleuses de la vessie avec les faisceaux charnus des muscles voisins constitue un instrument musical.

Gouriet, en 1866, fait échapper, à l'aide d'un trocart, du gaz de la vessie natatoire d'une tanche, et il répète cette opération chez le même animal tous les deux jours, puis tous les jours. La tanche nage avec beaucoup de célérité, conserve son équilibre, monte et descend comme à l'état normal. Il la garde plus de deux semaines. A une autre tanche il coupe la ceinture musculaire du côté ventral en laissant la vessie natatoire intacte. L'animal continue à nager toute la journée en venant aussi à la surface, quoique la ceinture musculaire ne puisse presser la vessie, et ne puisse faire subir à la densité de l'animal des modifications consécutives. Chez une troisième tanche il fait échapper du gaz au moyen du trocart et, pour

savoir combien de gaz s'échappe, il ouvre le ventre. Le lobe postérieur de la vessie est très flasque, mais non complètement vidé, le lobe antérieur n'a rien perdu de son gaz. Il retire doucement la vessie natatoire et remet la tanche dans l eau. Celle-ci nage comme auparavant, mais éprouve à chaque instant le besoin d'aller à la surface pour humer de l'air. Après un jour. elle est morte. Les carpes, les gardons et les goujons donnent les mêmes résultats. Ils se meuvent en tous sens et avec la plus grande facilité sans le secours de la vessie. Le jeu de leurs nageoires et les ondulations de leur corps suffisent, en cet état, à les maintenir longtemps en station, même à la surface.

Il en conclut que la vessie natatoire est un organe auxiliaire, mais non indispensable : qu'elle facilite la natation en rendant l'animal plus léger, quoique, si on enlève cette vessie, les mouvements d'ascension et de descente s'opèrent sans grand effort ; qu'elle est un organe utile, mais nullement nécessaire ; qu'elle assume peut-être sur elle la majeure partie des pressions qu'auraient à supporter les viscères ; qu'elle change, mais d'une manière passive, le poids du poisson quand il monte et descend. Il croit que ce n'est point parce qu'il presse ou dilate sa vessie que le poisson descend ou monte, mais que c'est plutôt parce qu'il descend ou monte que sa vessie se trouve pressée ou dilatée ; que c'est la hauteur variable de la colonne d'eau qui modifie à chaque instant le volume de cette vessie lors de la locomotion de bas en haut, et *vice versa*, de l'animal. Dans une note, il émet la supposition que ladite vessie est un poumon dégénéré et réduit à sa plus simple expression.

Owen, en 1866, estime que la vessie natatoire est homologue aux poumons, bien qu'elle n'en effectue pas la fonction, mais qu'elle est analogue aux chambres d'air dans la coquille du Nautilus.

Miklucho-Maclay, en 1867, observe chez les embryons du Galeus, du Mustelus et de l'Acanthias une petite poche à l'œsophage, qu'il juge être un rudiment de vessie natatoire.

Gréhant, en 1870, fait des recherches sur la respiration des tanches normales et de celles qu'il a privées de leur vessie natatoire. Dans un volume d'eau limité, elles exhalent plus

d'acide carbonique qu'elles n'absorbent d'oxygène. Dans ces conditions, les tanches normales absorbent quelquefois une faible quantité d'azote; d'autres fois, elles exhalent un peu de ce gaz. Les tanches privées de la vessie natatoire n'absorbent ni n'exhalent d'azote. Il suppose que l'absorption de l'azote tient à ce que les poissons munis de leur vessie natatoire en exhalent une certaine quantité dans cette vessie.

Schulze, en 1871, décrit la structure des vessies natatoires et dit qu'elles se rapprochent morphologiquement des poumons, bien qu'elles soient un appareil hydrostatique sans réseau capillaire respiratoire. Il déclare que les Dipnoi ont des poumons.

Günther, en 1871, décrit l'appareil pneumatique du Ceratodus et lui donne le nom de poumon. Il a l'idée que ce poisson peut respirer par les branchies ou le poumon seul, ou simultanément par ces deux organes. Quand l'eau est claire et bien aérée les branchies suffisent et le poumon reçoit du sang artériel et redonne du sang veineux.

Mais dans le temps de sécheresse quand l'eau est boueuse, le Ceratodus commence à respirer par le poumon en allant de temps en temps vers la surface; et, dans ces conditions, la veine pulmonaire amène du sang artériel au cœur. Le bruit que le poisson produit peut être causé par le passage de l'air dans l'œsophage, quand il est expulsé pour être renouvelé.

Day, en 1871, remarque que dans l'Inde les poissons siluroides de la mer n'ont pas la vessie natatoire enfermée dans des os, tandis que chez ceux qui vivent dans l'eau douce, dans les rivières avec une source alpine, cet organe est enclos par des os.

Schulze, en 1872, arrive à la conclusion que pour les poissons de rivière avec canal aérien, les gaz contenus dans leur vessie natatoire sont pareils à ceux de l'air expiré par les poumons, ou les branchies, ou l'intestin du Cobitis fossilis. Il analyse ces gaz chez le Cyprinus tinca (Tinca vulgaris, Cuv.) et le Barbus fluviatilis (Barbus vulgaris, Flem.) d'après la méthode de Bunsen.

Chez le premier, il trouve 3,7-13,2 p. 100 d'O, 80,8-91,4 p. 100 de N, et 3,9-5,4 (9,8?) p. 100 de CO^2. Chez le

dernier 1,1-5,3 p. 100 d'O, 90,7-97,5 p. 100 de N. et 1,4-4 p. 100 de CO^2. Il ne découvre pas d'hydrocarbone; il n'en a pas trouvé non plus dans des vessies déjà presque en décomposition. L'air paraît être, dans ces vessies, d'origine atmosphérique, parce que les Cyprins ont, relié à l'œsophage, un canal qui est inséré obliquement à la vessie, de sorte que l'air peut bien y entrer, mais ne peut en sortir.

Dufossé, en 1872. Un rapport sur son mémoire concernant les bruits et les sons expressifs des poissons a été publié par Ch. Robin.

Harting, en 1872, croit que les variations de pression, occasionnées par la différence de profondeur à laquelle se trouve le poisson, font augmenter ou diminuer le volume de l'air emprisonné dans la vessie natatoire. Ainsi, ce volume pourra diminuer par suite de la consommation de l'oxygène, à moins que ce gaz ne soit remplacé par un volume égal d'acide carbonique; et il pourra augmenter par suite de la sécrétion, à l'intérieur de cette poche, de l'excès d'oxygène qui a été introduit dans le sang par la respiration. Mais il laisse en suspens la question de savoir si le poisson peut, par des contractions volontaires, comprimer ou dilater cet air.

Harting fait construire un physomètre, qui permet de placer à volonté un poisson plus haut ou plus bas dans l'eau, sans que l'appareil cesse d'être clos. C'est un flacon cylindrique, fermé par un plaque avec quatre ouvertures. Dans l'une, il met un tube calibré pour mesurer l'élévation et l'abaissement de la colonne d'eau à l'intérieur, sous l'influence d'une expérience. Dans deux autres, se trouvent des tiges égales, et à l'une de celles-ci est fixée une cage. Quand l'une des tiges s'abaisse, l'autre s'élève dans la même mesure, de manière que leur déplacement ne change rien au niveau dans le tube calibré. Par la quatrième ouverture, le flacon peut être rempli totalement; celle-ci est fermée par un bouchon, percé par un thermomètre, et par une petite baguette pour régler l'eau dans le tube. Avec cet instrument peuvent être mesurées la contraction et la dilatation de l'air.

Harting mesure la contraction et la dilatation de l'air contenu dans un verre retourné et qui est retenu par de l'eau;

de l'air de vessies natatoires isolées; et de l'air enclos dans des poissons pourvus de vessie natatoire. Les résultats sont différents. La vessie natatoire isolée se dilate un peu plus fortement que quand elle est enclose dans le poisson. La différence pour la vessie d'une tanche est de 4 %. La différence entre l'air libre et l'air contenu dans une vessie natatoire est encore plus grande ; et il l'attribue à la résistance propre de la membrane de la vessie. Il le prouve en opérant avec une vessie natatoire remplie d'air, mais préalablement desséchée. D'abord les différences de niveau dans le tube calibré sont faibles quand monte ou descend la cage où est enfermée la vessie desséchée, mais elles augmentent peu à peu. C'est plusieurs heures après, quand la membrane a absorbé assez d'eau, que les résultats égalent ceux que donne une vessie à l'état frais.

Harting reconnaît que les résultats obtenus à l'aide du physomètre présentent des différences assez importantes entre les poissons, même entre les individus de la même espèce, et il estime que l'on ne doit tirer de ces résultats des conclusions générales qu'avec une extrême prudence. En analysant l'air de la vessie natatoire d'une tanche morte dans le physomètre et il y trouve 90,6 p. 100 de N et 9,4 p. 100 de CO^2 et point d'oxygène.

Hasse, en 1873, étudie le rapport de la vessie natatoire avec les os auditifs, et il considère ces derniers comme un appareil destiné à communiquer l'extension de la vessie natatoire au cerveau des poissons de manière à ce qu'ils puissent la régler à volonté. Quant à la relation avec l'ouïe, il la trouve de nature secondaire.

Dufossé, en 1874, publie le résultat de ses recherches sur les sons des poissons et la part qu'y a la vessie aérifère. Chez les barbeaux et les meuniers, les gaz chassés de la vessie munie de canal pneumatique causent des bruits semblables à un souffle. Selon lui, ces bruits sont volontaires, la sortie des gaz ne dépend pas d'une accumulation de gaz, mais est soumise à la volonté de l'animal, qui peut à son gré ouvrir et fermer les valvules de l'intérieur du canal. Chez les marmelats, les lyres, les maigres de l'Aunis, les ombrines communes et les hippocampes à museau court, la vessie pneumatique renforce les

vibrations sonores de muscles indépendants. Les parois communiquent ces vibrations au gaz. Les sons sont volontaires. Dans les genres Zeus, Dactyloptère et Trigle il y a des muscles intrinsèques, qui engendrent les vibrations, que renforce la vessie. Les muscles qui dans chaque espèce produisent les vibrations et les vessies qui les renforcent sont amplement décrits.

Moreau, en 1874, cherche l'influence de la vessie natatoire sur la station et la locomotion du poisson ; le rôle hydrostatique de cet organe ; s'il change de densité suivant les besoins de la locomotion. Les variations de volume du poisson sont ou passives et dues à des pressions extérieures, ou actives et dues aux efforts du poisson sur l'organe et aux sécrétions internes du gaz par l'organe. Il étudie les variations passives avec une perche en renfermant ce poisson dans une cage en fil métallique fin, suspendue à un ballon de verre terminé en haut par une pointe. Un godet avec un peu de mercure pend à cet appareil. Le tout est mis dans un bocal presque plein d'eau et bien fermé par un couvercle percé de deux tubulures. La pression peut être modifiée par une pompe aspirante et foulante, et notée par un manomètre. La pointe du ballon est à la même hauteur que la surface de l'eau. Une très faible pression au moyen de la pompe foulante fait descendre l'appareil au fond. Quand il supprime l'excès de pression avec la pompe aspirante, l'appareil ne remonte pas avant que le manomètre se soit abaissé d'une hauteur équivalente à la colonne d'eau qui est au-dessus de la pointe de l'appareil. La densité du poisson captif varie en raison directe de la pression de l'atmosphère et de l'eau.

Pour une deuxième expérience, Moreau prend un poisson libre, qu'il met dans le même bocal, mais fermé d'un couvercle en forme de calotte sphérique, et muni de trois tubulures. Par l'une passe une tige pour exciter le poisson. Par celle du milieu il verse de l'eau dans le bocal. La troisième est reliée à un tube fin et gradué dans lequel l'élévation et l'abaissement de l'eau peuvent être mesurés. Quand le poisson s'élève ou s'abaisse, son volume subit une variation qui influence le niveau dans le tube gradué, et les changements se sont

marqués par un tracé au moyen d'un appareil enregistreur. Ce tracé fait voir une courbe descendante quand le poisson descend au fond du bocal, et remonte ensuite. Il affirme aussi que la perche n'a pas agi sur sa vessie natatoire dans les mouvements en haut ou en bas.

Ces deux expériences montrent que ce poisson varie de volume sous l'influence des plus faibles variations extérieures. Une tanche placée dans les mêmes conditions donne des résultats semblables. Son canal aérien reste sans influence. La densité d'un poisson varie avec le niveau, c'est par les nageoires qu'il réagit contre les influences de la pesanteur.

Pour constater les variations actives, Moreau soumet une perche au passage momentané d'un courant électrique. Quand le courant passe, le volume du poisson diminue un moment. On est conduit à penser qu'un poisson, qui se contracte sous cette influence, peut aussi se contracter volontairement pour prendre le volume qui lui convient. C'est ce qu'il recherche par une autre expérience. Une perche placée dans le bocal peut monter et descendre librement ; elle fournit des tracés dus au changement de niveau ; à la fin elle rencontre un obstacle placé à dessein. Le poisson s'irrite et se contracte violemment pour le rompre. Les variations de volume deviennent notables, mais ne durent qu'un instant ; elles correspondent à un effort violent et passager. On ne peut supposer que le poisson y a recours pour faciliter ses mouvements d'ascension ou de descente.

Pour ce qui est de l'influence de la sécrétion et de l'absorption du gaz dans la vessie sur les mouvements d'ascension et de descente du poisson, il observe qu'une Perche de 580 cmc., qui s'élève d'un mètre dans 8 à 9 secondes, augmente d'environ 3 cmc., durant cette ascension. Comme des changements appréciables de sécrétion et l'absorption demandent au moins plusieurs heures, les variations rapides de volume ne peuvent leur être attribuées. Il en est autrement pour les lents déplacements verticaux, dont la lenteur peut être en rapport avec le temps nécessaire pour la sécrétion et l'absorption. Dans ce cas, ces actes physiologiques influent, car c'est une nécessité physique que le poisson qui descend fasse une nouvelle provision

de gaz et réciproquement. Pour le poisson avec une vessie close, la possibilité d'un changement de zone est subordonnée à la faculté de refaire du gaz ou d'en absorber, ce qui prend du temps. Quant au poisson avec un canal aérien, il peut sans danger s'élever, mais pour descendre dans les profondeurs il est dans les conditions d'un poisson à vessie close.

La vessie natatoire constitue un danger pour le poisson ; le changement de niveau est limité. Dans le Gadus barbatus, il observe que cet organe peut déjà se rompre par la dilatation de l'air qu'il renferme, quand ce poisson est tiré d'une profondeur de 2 à 3 mètres. Moreau pense que son expérience ne permet pas de conserver la théorie d'après laquelle la vessie natatoire facilite l'ascension ou la descente du poisson ; elle établit que cet organe fait subir au poisson une variation de volume, qui est en raison directe de la pression. Il approuve la préférence que donnent plusieurs savants au terme de vessie aérienne sur celui de la vessie natatoire.

Moreau croit avoir établi que la vessie natatoire a un rôle absolument passif dans la fonction de la locomotion.

Par l'expérience suivante il montre qu'il est nécessaire de tenir compte des variations de la quantité d'air contenu dans la vessie pour résoudre son problème d'hydrostatique. Il soumet un poisson à des changements de niveau. Une vieille Labrus maculatus, qui vit depuis plusieurs jours déjà à fleur d'eau, est submergée dans un panier à 7 ou 8 mètres pendant deux jours. Son volume, mesuré à l'aide d'un densimètre, augmente par là de $6^{cmc},56$. Deux jours plus tard, l'augmentation atteint $8^{cmc},32$. Sa densité, plus lourde au début, est devenue plus légère que l'eau. Puis on la fait vivre de nouveau à fleur d'eau. Après cinq ou six heures, elle accuse déjà dans son volume une diminution de $3^{cmc},84$ et après trois jours elle a presque le même volume qu'au début de l'expérience. Un Labrus variegatus a à peu près doublé le volume de sa vessie natatoire par un séjour à une profondeur de 8 à 10 mètres.

Les poissons sans vessie, comme les Callionymes, soumis aux mêmes expériences, n'ont pas présenté ces variations de volume. Les poissons vivant à fleur d'eau, sans changer de niveau, offrent dans leur volume de légères oscillations ; les

conditions morbides donnent lieu à une diminution du volume du poisson par suite de l'absorption de l'oxygène. En considérant le rapport entre le volume de l'air dans cette vessie et la pression extérieure, on doit tenir compte de la résistance de la tunique, dont la structure varie dans différentes espèces. Elle résistera à une dilatation suivant son épaisseur et sa force ; dans le voisinage de l'état normal sa souplesse lui permet de suivre les variations les plus faibles de la pression extérieure.

Pour un poisson avec une vessie natatoire, il existe un plan mathématique où il a la densité de l'eau. Pour se maintenir plus haut ou plus bas il déploie sa puissance musculaire. Ce plan des moindres efforts nécessaires pour la station n'existe pas pour le poisson privé de vessie natatoire. Les poissons vivant à peu de profondeur, comme les cyprins, ont à subir des variations de volume beaucoup plus considérables, pour une même distance verticale, que ceux vivant à de plus grandes profondeurs. Quand les nageoires sont privées de leur action, la vessie natatoire fait du poisson un véritable ludion.

Moreau, en 1874, prend deux Mugil cephalus : l'un donne 16,1 p. 100 d'oxygène, l'autre est maintenu quatre jours à 7 ou 8 mètres de profondeur et donne 30 p. 100 d'oxygène. D'autres sortes de poissons fournissent des résultats pareils. Moreau a constaté expérimentalement que le poisson qui s'enfonce dans l'eau augmente la quantité d'air qu'il possède et en accroît la proportion d'oxygène.

Moreau, en 1874, dans des séances de la Société de Biologie, communique quelques-unes de ses expériences.

Gunther, en 1874, décrit la vessie aérienne d'un Sciaenidae.

Moreau, en 1875, indique que la vessie natatoire du Caranx trachurus constitue un appareil hydrostatique perfectionné, parce qu'il trouve chez ce poisson, dans l'épaisseur de la paroi dorsale de sa vessie, un canal qui la fait communiquer avec l'extérieur. Les perches et les labres à vessie close et possédant les corps rouges lui semblent moins parfaits au point de vue hydrostatique. Le genre Muraena forme une transition. Les salmonés, les cyprins, etc., sans corps rouges et avec un canal

aérien, se rapprochent du type des animaux à respiration aérienne.

Moreau, en 1875, dit que la vessie natatoire est un organe d'équilibre, non de locomotion. Le poisson muni de cet organe monte et descend à l'aide de ses nageoires, il subit alors des variations de volume à cause des changements de pression. Il les corrige par un changement proportionnel de la quantité d'air de l'organe et non par des efforts musculaires.

Dans les expériences mentionnées à l'appui de cette opinion, le poisson vivant obéit à la pression aussi bien que le poisson mort; il est semblable à un ludion. La vessie natatoire constitue pour la station une supériorité, pour les déplacements rapides verticaux un inconvénient, et même un danger.

Wilder, en 1865, suppose chez l'Amia, le Lepidosteus, le Polypterus, et les Dipnoi un échange d'oxygène et d'acide carbonique comme dans les poumons des Vertébrés aériens, parce que leurs vessies aériennes sont cellulaires et vasculaires.

Grobben, en 1875. Cité par Dr. Moser, 1904, S. 569.

Moreau, en 1876, estime après ses expériences que le rôle de la vessie natatoire est de donner au poisson la densité de l'eau à toutes les pressions et sans efforts musculaires; qu'elle corrige par une augmentation ou une diminution de l'air intérieur les changements de densité causés par de nouvelles pressions. Dans le mélange de gaz, qui forment cet air, l'oxygène se produit le premier et sous l'influence du système nerveux. Il pense que le rôle de cet organe pour la locomotion est imaginaire.

Dans l'asphyxie lente, le poisson qui a un corps rouge à sa vessie natatoire consomme totalement l'oxygène qui se trouve dans cette vessie, laquelle devient dans ces conditions un organe analogue au poumon, servant à l'hématose, mais d'une manière accidentelle. Cet oxygène est fourni par le poisson lui-même et n'est pas pris, comme celui du poumon, au milieu ambiant. Ce résultat ne se produit pas chez les poissons dont la vessie est pourvue d'un canal; dans ces derniers, la quantité d'oxygène reste normale après une asphyxie lente. C'est une raison de plus pour distinguer le poumon et la vessie natatoire.

Un poisson muni d'un canal aérien et le Caranx trachurus sont placés ensemble dans le vide. Tous les deux font échapper à leur manière des bulles d'air, mais après que l'air est rentré dans le bocal, le premier poisson a besoin de plusieurs jours pour refaire l'air de sa vessie natatoire, tandis que le Caranx, à cause des corps rouges joints à cet organe, refait cet air en quelques heures. Les corps rouges contribuent à l'absorption du gaz oxygène et aussi à sa rénovation rapide. Les deux poissons ont été soumis à une diminution de la pression extérieure. Cette condition se réalise dans la nature, quand un poisson s'élève d'une couche profonde à une couche superficielle.

Quand un poisson avale de l'air à la surface, cela ne l'aide pas à acquérir la quantité qui convient à un niveau plus profond, car l'air nouvellement introduit augmente son volume, le rend plus léger et s'oppose à la descente.

Les poissons sans vessie natatoire sont toujours plus denses que l'eau. La densité des poissons munis de cet organe varie dans des limites étendues en raison des pressions qu'ils supportent.

Que la vessie natatoire ne joue pas un rôle capital dans la locomotion, la preuve en est qu'il y a de bons nageurs parmi les poissons privés de cet organe, et qu'un poisson muni d'une telle vessie reste capable de nager quand on la lui enlève. Le poisson avec vessie natatoire possède la faculté d'avoir exactement la densité de l'eau à toutes les profondeurs. Il y parvient non pas par une activité musculaire, mais par un travail physiologique d'absorption ou de formation de gaz ; non pas d'une manière rapide, instantanée, mais avec une lenteur plus ou moins grande, suivant le développement des organes d'absorption et de sécrétion. Moreau discute amplement le plan d'équilibre du poisson ; mais il ajoute que l'on rencontre dans les eaux peu profondes des poissons avec une vessie natatoire, qui sont plus denses que l'eau, et que pour eux il n'existe pas de plan d'équilibre. Il considère le poisson avec vessie natatoire, qui ne possède pas la densité de l'eau, comme un poisson qui n'est point dans l'état de parfaite santé.

En comparant la vessie natatoire avec les poumons, Moreau a l'idée qu'elle est parfois le siège de phénomènes respira-

toires. La fonction respiratoire est accidentelle chez le poisson. Dans certaines espèces de Trigla, la vessie natatoire est l'organe de la phonation ; deux nerfs, qui naissent de la moelle épinière, président à cette fonction en animant les muscles et le diaphragme intérieur.

Un poisson qui ne peut respirer de l'oxygène dans l'eau consomme celui de sa vessie natatoire. En liant le conduit aérien d'un Cyprinus tinca, l'oxygène dans la vessie montait jusqu'à 12 et 14 p. 100, c'est-à-dire 6 à 8 p. 100 au-dessus de la normale. Il attribue ce phénomène à ce que des filets nerveux, qui accompagnent le conduit aérien, étaient également liés.

Parce que la lésion d'un nerf particulier allant à la vessie natatoire fait augmenter la proportion d'oxygène, sans que la pression augmente, il s'ensuit que la pression extérieure n'est point la cause directe du phénomène. L'augmentation de la pression extérieure agit sur l'ensemble du système nerveux périphérique et provoque une action, qui se réfléchit sur les nerfs sympathiques centrifuges allant à la vessie natatoire, en sorte que ces nerfs interviennent avec les mêmes effets que quand ils sont sectionnés, sans agir sur les nerfs périphériques centripètes. La section des nerfs sympathiques qui entourent l'artère cœliaco-mésentérique est au contraire une action directe. La pression extérieure est la condition de la formation de l'oxygène, qui s'ajoute à l'air intérieur de la vessie natatoire par l'intermédiaire du système nerveux régulateur de la fonction. La pression diminuée donne lieu à une absorption de gaz.

Si c'est le sang qui fournit directement le gaz à la vessie natatoire, alors le fait reste incompréhensible, car à une forte pression le sang peut, comme l'eau, absorber au contact de gaz libres une proportion énormément plus grande que celle qu'il possède. L'expérience suivante le prouve. Une perche est soumise à une pression d'air de six atmosphères dans un bassin de métal à moitié rempli d'eau. Au bout de quelques jours, elle est ramenée à la pression ordinaire ; elle nage avec vivacité, mais meurt dans un quart d'heure. Dans ses vaisseaux se sont formées des bulles d'air. Ces bulles apparaissent

comme de petites perles dans les membranes des nageoires. Le fait que les poissons tirés d'une grande profondeur ne présentent pas ces phénomènes prouve indirectement que l'eau à cette profondeur ne contient pas plus d'air que l'eau de la surface.

Le nerf est l'intermédiaire entre les conditions extérieures et le phénomène de l'apparition de l'oxygène dans la vessie natatoire.

Weissmann, en 1876. Professeur Hüfner, 1892, rapporte que Weissmann observe avec raison que le poisson des profondeurs n'a plus le pouvoir de dominer par ses forces musculaires sa vessie dilatée, quand il vient, le plus souvent involontairement, trop haut.

Moreau, en 1877, en rendant une perche plus lourde ou plus légère, observe que dans le premier cas ce poisson se fait plus léger et dans le dernier cas plus lourd. Ramené à l'état normal, l'animal reprend son poids, ce qui le confirme dans l'idée que la vessie natatoire est un organe d'équilibration et que ce n'est pas la composition de l'air dissous dans l'eau de la profondeur, mais certaines conditions de l'organisme qui font apparaître, sous l'influence du système nerveux, du gaz oxygène libre dans la vessie natatoire. La sensation que le poissoné prouve, quand il est entraîné vers le fond ou vers la surface, donne lieu à la formation ou à l'absorption de l'oxygène.

Moreau, en 1877. Cité par M. Hüfner dans *Archiv. für Physiologie*, von Pr Dr du Bois-Reymond, *Jahrg*, 1890, p. 18.

Jobert, en 1878, se rallie tout à fait à l'idée que la vessie natatoire joue le rôle d'un véritable poumon chez l'Erythrinus brasiliensis Spix, l'E. taeniatus Spix et le Sudis gigas. Chez les deux premiers, la partie antérieure du compartiment postérieur est d'une structure aréolaire spéciale; chez le dernier, la partie supérieure de cette vessie est dans toute son étendue un tissu rouge brun, spongieux, creusé d'aréoles. Les parties aérolaires des vessies de ces trois espèces de poissons reçoivent, outre du sang artériel de l'artère abdominale, du sang veineux de l'intestin, et chez les Erythrins, il en sort une veine dont les branches viennent aboutir directement au sinus précordial;

chez le *Sudis*, il en sort deux veines qui aboutissent à ce sinus. Ces poissons viennent respirer à la surface et en même temps qu'ils ingurgitent de l'air, ils en expulsent par les fentes operculaires. Ils sont obligés de vivre dans une eau croupie dont la température s'élève de 39-41° centigrades ; si, par suite de la chaleur, l'eau vient à manquer, ils émigrent vers d'autres cours d'eau. Quand Jobert met une ligature sur le conduit aérien des Erythrins, ces poissons n'expirent plus et meurent. Il observe 1,3-2,4 d'acide carbonique dans ces vessies.

Pachenstecher, en 1878, dissertant sur la vessie natatoire, lui attribue une signification respiratoire et hydrostatique. Selon lui, toute variation chimique de l'air dans la vessie implique une fonction respiratoire. La vessie ne peut pas être comparée seulement avec la partie non respiratoire des poumons, comme le pense Müller. Le conduit pneumatique a plutôt une fonction hydrostatique, mais l'absence de signification respiratoire de ce conduit et l'absence de conduit n'excluent pas une signification respiratoire de la vessie.

Il trouve que Moreau va trop loin en déniant aux muscles toute signification quant au changement de volume de la vessie. Pachenstecher discute sa valeur hydrostatique sous les différentes influences qui font varier le poids spécifique du poisson et dit qu'un poisson qui possède un tel organe s'adapte mieux aux circonstances, mais est moins maître de ses forces. La vessie rend le poisson plus léger, règle la position de son corps dans l'eau, établit l'équilibre avec la pression barométrique, cause l'équilibre par le mouvement intérieur du gaz et le travail extérieur des muscles, change le poids spécifique, déplace le centre de gravité.

Bert, en 1878, remarque, au sujet de la pression barométrique, qu'une diminution ou une augmentation de cette pression peuvent avoir des effets physico-mécaniques sur les animaux qui possèdent des réservoirs d'air. Un changement de pression apporte une variation dans la tension de l'oxygène du sang, et modifie la rapidité respiratoire. Bert étudie les différentes conditions qui modifient la régularité de la respiration, laquelle s'accélère, quand la pression diminue, se ralentit presque toujours aux pressions très basses, surtout

quand l'animal reste tranquille. L'agitation lui a paru toujours entraîner une accélération, etc. Il dit que rien n'est plus irrégulier que ces modifications. La pression exercée par la colonne d'eau elle-même sur ses parties profondes ne modifie en rien la tension réelle de l'oxygène; les analyses directes de l'eau de mer puisée dans les profondeurs montrent qu'elle contient moins d'oxygène que l'eau de la surface. L'eau de mer contient, d'après Lant Carpenter, 2,8 volumes de gaz pour 100 volumes d'eau. Ce gaz est ainsi constitué : 25,00 d'O, 54,21 de N, 20,84 de CO^2 à la surface; 19,53 d'O, 52,60 de N et 27,87 de CO^2 au fond.

Day, en 1878, remarque si les poissons qu'il décrit, possèdent une vessie aérienne.

Bennet, en 1879, décrit l'ouverture postérieure de la vessie aérienne du hareng.

Sörensen, en 1879, estime que la vessie natatoire acquiert son plus grand développement comme organe du son chez les Siluroïdes.

Marangoni, en 1879 et 1880, publie ses recherches sur la vessie natatoire, ses conclusions sont qu'elle règle l'émigration des poissons, et produit aussi une instabilité de niveau et de position ; que les poissons ne s'élèvent pas comme des ludions et qu'ils ont à lutter avec leurs nageoires contre l'influence de cette vessie.

Emery, en 1880, s'occupe de la vessie natatoire de Fierasfer.

Day, en 1880. Cité par M. le Pr Dr H. Lichtenfeld dans son « Literatur zur Fischkunde ».

Gunther, en 1880, pense que la vessie aérienne des Dipnoi assume la fonction de poumons, périodiquement ou d'une manière auxiliaire.

Boas, en 1880, indique le rapport des poumons du Lepidosteus et du Ceratodus.

Boas, en 1881, ne pense pas que les poumons des Amphibies dérivent de celui du Polypterus.

Eisig, en 1881, cherche en quel degré il peut comparer la vessie natatoire des Annélides avec celle des poissons.

Günther, en 1881, dit que la vessie aérienne des poissons aide à changer le poids spécifique ou le centre de gravité et

que chez quelques poissons elle assume la fonction d'un poumon.

Nusbaum, en 1881, étudie la connexion anatomique entre l'organe de l'ouïe et la vessie natatoire chez les Cyprinidæ.

Zuntz, en 1882, dit que la vessie natatoire des poissons présenterait le seul exemple indiscutable d'une sécrétion de gaz du sang.

Parker, en 1882, suppose que la vessie aérienne de la Lotella bacchus fonctionne comme cavité tympanique.

Pauly, en 1882, cité par M. le professeur Lichtenfeld dans son « Literatur zur Fischkunde ».

Wiedersheim, en 1883, ne parle pas du sac aérien des Dipnoi en traitant des vessies natatoires, mais en traitant des poumons.

Wright, en 1884, dit que la vessie aérienne de l'Amiurus est fixée au malleus de telle manière que l'extrémité falciforme de cet osselet est écartée de la colonne vertébrale par la distension de la vessie ; par suite, l'extrémité antérieure du malleus et du stapes est mise en mouvement vers l'intérieur et la périlymphe poussée en avant vers le labyrinthe.

Sagemehl, en 1884, relève le fait que chez les Cyprins et les Characins, l'augmentation ou la diminution du volume de la vessie natatoire par suite des différences de la pression extérieure se traduit presque entièrement par un changement de volume de la poche élastique antérieure, tandis que la poche peu élastique postérieure en est moins affectée ; que cette circonstance donne une plus grande sensibilité à tout l'appareil. Chez beaucoup d'Ariines et encore chez d'autres genres de Silures, une grande sensibilité aux changements de pression extérieure résulte de l'extension des parties latérales de la vessie entre les parties ventrales et dorsales des muscles latéraux du tronc jusque près de la peau extérieure. Une telle vessie ne peut guère fonctionner comme appareil hydrostatique, car les muscles du tronc au lieu de comprimer l'air, causeront une extension des parties latérales de la vessie. Comme beaucoup de Silures vivent au fond de l'eau, un appareil hydrostatique leur serait peu utile. Sagemehl pense que ce sont moins les changements de la pression par la colonne d'eau que ceux

de la pression atmosphérique et par suite les changements de temps, qui sont transmis par l'appareil de Weber.

Bjeletzky, en 1884, dit que la proportion d'acide carbonique dans la vessie natatoire dépend des conditions dans lesquelles les poissons se trouvent avant l'examen des gaz et que cette proportion n'est pas en rapport avec la quantité d'oxygène. Il trouve, chez les poissons qui étaient empêchés de venir à la surface de l'eau depuis des mois, la même composition de gaz que dans ceux qui étaient restés libres. Il considère le sang et aussi la lymphe comme la source de ces gaz.

Sörensen, en 1884. Cité par Bridge et Haddon, 1894, p. 324.

Matthews, en 1884. Cité par M. Ridewood, 1891, dans son mémoire : *The Air-Bladder and ear of British Clupeoid Fishes*, p. 27.

Wright, Mc Murrich, Macullum et Mc Kensie, en 1884. Cité par professeur F. W. Bridge, 1899, p. 539.

Morris, en 1885, conclut que la vessie aérienne est un organe de dégénération, qui a perdu partiellement ou tout à fait sa fonction originelle, laquelle aurait été celle d'un organe respiratoire ; et qu'il ne lui est resté que des utilités secondaires. Il relève le fait que Wilder admet comme probables, chez l'Amia et le Lepidosteus, une inhalation et une exhalation de l'air à des intervalles réguliers.

Wright, en 1885, démontre que l'Hypophthalmus possède une vessie aérienne reliée par l'appareil de Weber à l'organe de l'ouïe.

Albrecht, en 1886. Cité dans « The Zoological Record, Pisces, » 1886, p. 1. La vessie du Polypterus est regardée comme un poumon, celle du Lepidosteus comme une vessie natatoire.

Charbonnel-Salle, en 1887, établit par des expériences que les changements de volume que la vessie natatoire subit n'ont aucune signification fonctionnelle, qu'ils n'aident nullement le poisson dans ses changements de niveau ou dans ses changements de direction. Les muscles du tronc compriment cet organe au même titre que les autres organes de la cavité abdominale. Il obtient des graphiques fidèles des variations de pression de la masse gazeuse à l'intérieur de la vessie nata-

toire et en même temps des graphiques des changements de pression sur le poisson dus à la hauteur variable de la colonne liquide au-dessus de l'animal. Les premiers au moyen de trocarts explorateurs reliés à des tambours à levier par l'intermédiaire d'un appareil analogue au sphygmoscope de Chauveau et Marey, les derniers au moyen d'une ampoule élastique fixée à la région dorsale du poisson. Il conserve ou change le poids spécifique normal du poisson en fixant quelque lest à la région abdominale.

Quand le poisson nage tranquillement, le tracé de la vessie est identique et parallèle à celui de l'ampoule hydrostatique. Aucune contraction de muscles ne se fait remarquer ni pour comprimer la vessie, ni pour la dilater, ni pour rétablir après chaque déplacement le poids spécifique modifié par la pression variable de l'eau. Quand le poisson fuit avec vitesse par des foulées énergiques de la nageoire caudale, le parallélisme général des deux courbes est maintenu, mais au tracé de la vessie natatoire se font sentir de véritables secousses des muscles latéraux par une brusque augmentation de la tension intérieure, ce qui cesse au moment où la nageoire caudale, après s'être incurvée à droite, se recourbe à gauche en repassant par l'axe du corps. Toute augmentation notable de tension est causée par l'incurvation du tronc. Les secousses musculaires n'ont qu'une action très faible sur la vessie natatoire. Une incurvation du tronc est exceptionnelle dans la locomotion ordinaire du poisson.

La brève diminution de volume a lieu dans la montée aussi bien que dans la descente, ce qui prouve que l'augmentation du poids spécifique, résultant de cette contraction, ne joue aucun rôle dans la locomotion ; car si elle favorisait la descente, elle entraverait l'ascension. L'augmentation du poids spécifique n'atteint dans aucun cas $0^{gr},50$ chez des poissons de 80 à 100 grammes, la force minime est appliquée au centre de gravité de l'animal pendant 5 à 7 centièmes de seconde.

Pour constater les déplacements du centre de gravité sur l'axe longitudinal par le refoulement du gaz de la vessie natatoire, il enfonce deux trocarts dans les deux poches de la vessie d'un cyprin et obtient des tracés parfaitement identiques

pendant la locomotion rapide de l'animal avec changements de niveau incessants. Cela prouve qu'il n'y a pas de déplacement de gaz par l'étroit orifice de communication des deux poches. Un pareil déplacement exigerait une compression active et inégale, qui n'a pas lieu.

Coggi, en 1887, en décrivant les corps rouges et les corps épithéliaux des vessies aériennes de différentes espèces de poissons, observe des lacunes entre les cellules des glandes sanguines.

Corning, en 1888, s'occupe des glandes sanguines et des réseaux miraculeux simples de la vessie natatoire de différentes espèces de poissons et arrive à ce résultat qu'il y a entre les différents caractères de la dispersion des vaisseaux sanguins sur la paroi de cet organe une relation plus étroite qu'on ne l'a cru jusqu'ici. Cette vessie reçoit son sang de deux sources. Chez la Perca fluviatilis, le sang artériel qui vient du cœliaca forme dans la paroi ventrale de la partie antérieure de la vessie des glandes sanguines pourvues de bords celluleux; le sang veineux de ces glandes va au système de la veine porte. Le sang artériel de l'aorte forme des réseaux miraculeux simples dans la paroi dorsale de la partie postérieure de la vessie, principalement sur une région ovale, où manque la lame fibreuse de la paroi. Le sang veineux de ces réseaux va aux veines cardinales. De telles particularités sont décrites pour la Lota vulgaris et l'Acerina cernua.

Chez l'Esox lucius, Corning observe que le sang artériel du cœliaca forme pareillement une glande sanguine dans la partie antérieure de la vessie et cette glande consiste en un bon nombre de réseaux miraculeux qui présentent avec leurs bords celluleux des glandes sanguines plus petites. Le sang artériel de l'aorte disperse dans toute la partie postérieure de cette vessie des réseaux miraculeux simples. Il remarque que les réseaux miraculeux des Cyprins ne diffèrent pas sensiblement de ceux de la partie antérieure de la vessie de l'Esox, quoiqu'ils n'aient pas de relation avec des cellules et que leur position soit autre. Chez le Salmo fario, il y a bien une relation entre les vaisseaux sanguins et l'épithélium de la paroi de la vessie.

Chez l'Anguilla vulgaris, tout l'épithélium intérieur de la

paroi est à comparer avec les bords celluleux des glandes sanguines de la Perca. Tout l'épithélium y est disposé atypique et contient des vaisseaux sanguins. Dans le tissu, entre la lame fibreuse et la lame des vaisseaux de la paroi de la vessie aérienne de l'Esox lucius, se trouvent de petites taches formées de corpuscles rouges. Chez la Lota vulgaris, les Cyprins et l'Anguilla vulgaris, les vaisseaux sanguins fins et de même les plus gros ont ça et là des élargissements.

Bodington, en 1888, cité dans le « Centralblatt für Physiologie, Band II; Literatur 1888 », p. 776.

Traube-Mengarini, en 1888, recherche si les poissons peuvent accueillir dans leurs vessies natatoires un gaz, qui ne se trouverait pas ordinairement dans leur entourage. Elle dissout de l'hydrogène dans l'eau et constate expérimentalement que ce gaz pénètre dans les vessies ouvertes, et aussi dans les vessies closes, et que cela ne dépend pas de conditions physiologiques. Que l'entrée est accélérée quand le poisson meurt par asphyxie, quand il veut agrandir son volume et quand il est en contact direct avec l'hydrogène.

Corblin, en 1888, arrive, par des preuves expérimentales, à l'idée que la vessie natatoire du poisson ne peut être ni comprimée, ni dilatée volontairement et d'une façon utile, par les fibres musculaires qui l'entourent. Les poissons observés sont plus lourds que l'eau dans laquelle ils nagent; leurs variations de volume sont proportionnelles à la pression; ils n'ont pas besoin de leur vessie natatoire pour monter ou descendre, leur vessie natatoire reste tout à fait passive dans la descente et la montée; elle subit l'influence de la température, les muscles qui ferment son canal aérien ne sont pas soumis à la volonté du poisson.

Coggi, en 1889, démontre que le corps épithélial (bord celluleux) des soi-disant glandes sanguines de la vessie natatoire de l'Esox lucius a été formé par un épaississement de l'épithélium interne de cette vessie et est en connexion avec elle.

Bridge et Haddon, en 1889, examinent les variations de la vessie aérienne et des ossicles auditifs de quatre-vingt-deux espèces de Silures. Aux genres chez lesquels J. Muller a trouvé un appareil à ressort élastique, ils ajoutent quatre

espèces de Pangasins et une Oxydoras. Ils distinguent entre les Siluridae normales et les Siluridae anormales. Bridge et Haddon n'acceptent pas l'idée d'après laquelle l'appareil serait en rapport avec la fonction de l'ouïe, ou indiquerait les variations de la pression atmosphérique; ils pensent qu'il perçoit la sensation produite par les variations de la pression hydrostatique.

Möbius, en 1889, explique de quelle manière la vessie natatoire prend part aux sons que le Balistes aculeatus fait entendre.

Calderwood, en 1890, décrit et figure la vessie natatoire du Dactylopterus volitans.

Liebreich, en 1890, explique que les poissons nagent et flottent par la vessie natatoire au moyen des lois physiques. Un poisson, qui a rempli sa vessie natatoire au maximum près de la surface de l'eau, peut nager jusqu'aux limites inférieures de son hydrosphère, son poids spécifique augmente, ce qui facilite le mouvement. La force musculaire que le poisson déploie pour descendre éprouve la poussée en haut et la résistance de l'eau, qui diminuent toutes les deux vers la profondeur. Le poids spécifique se rapproche davantage de 1. En montant, il se produit une plus grande égalité de mouvement, la poussée vers le haut augmente, ce qui soulage le poisson, mais la résistance devient plus grande par suite de la différence accrue du poids spécifique. La nage horizontale doit être plus difficile près de la surface que près des limites inférieures de l'hydrosphère. Si l'air dans la vessie natatoire augmente, l'hydrosphère du poisson s'élargit. Plus cette hydrosphère est vaste, plus est petite la quantité d'air nécessaire pour en augmenter l'étendue. Le fait de flotter n'est pas un repos au poids spécifique 1, mais un balancement dans le plan de l'équilibre, causé par une dilatation et une compression alternantes de l'air. En flottant, un poisson n'agit pas par des efforts musculaires extérieurs, mais bien intérieurement, par les muscles de sa vessie natatoire; le plan de l'équilibre, en étant balancé également au-dessus et au-dessous du corps, met le poisson dans une situation de repos.

Sörensen, en 1890. Bridge et Haddon, 1893, p. 270, n'ac-

ceptent pas la théorie de Sörensen que les muscles extrinsèques de la vessie aérienne chez les Pimelodinae, et l'appareil élastique chez d'autres Siluridae, sont seulement subordonnés à la production volontaire des sons.

Hüfner, en 1890, parlant de l'oxygène dans la vessie natatoire, distingue deux cas, savoir : quand cette vessie contient au maximum la même quantité d'oxygène que l'atmosphère, et quand elle en contient une plus grande proportion. Hüfner explique le premier cas par le fait qu'une cavité corporelle vide, dont la membrane est perméable aux gaz, reçoit avec de l'acide carbonique et de l'azote de l'oxygène, jusqu'à ce que la pression de l'oxygène équivale à celle sous laquelle le sang est saturé. Quant au second cas, l'explication est plus difficile. En tout cas, on ne peut pas l'attribuer pour cela à des forces mystérieuses de glandes.

Mark, en 1890, attribue une fonction respiratoire à la vessie aérienne du Lepidosteus. Pour ne pas sacrifier l'animal, il fait des recherches sur les bulles d'air que le Lepidosteus vomit, et qu'il présume venir de ladite vessie. Mark ne trouve pas plus de 2 p. 100 d'acide carbonique, et souvent n'en trouve pas du tout, et 10 à 15 p. 100 d'oxygène. Selon lui, la vessie sert à oxygéner le sang. Dans le cas de respiration aérienne les branchies surtout éliminent de l'acide carbonique et la vessie aérienne sert principalement à amener de l'oxygène additionnel. Il en conclut que dans le transfert de la fonction respiratoire des branchies aux poumons, les deux facteurs de l'acte de la respiration se séparent, la fonction d'oxygéner se produit d'abord dans la vessie, aussi longtemps que l'animal vit encore dans l'eau, mais le passage sur la terre détermine la deuxième fonction et l'organe devient un véritable poumon.

Ridewood, en 1891, donne une description détaillée de la vessie aérienne de quelques poissons Clupeoides.

Bohr, en 1892, établit par des expériences que l'intégrité des rami intestinales, nervi vagi, est une condition nécessaire pour la sécrétion de l'oxygène dans la vessie natatoire. Bohr prouve de même que la paroi des vessies natatoires, aussi longtemps que l'épithélium est intact, est, à l'état normal, imperméable à l'oxygène.

Hüfner, en 1892, ne trouve que peu ou point d'oxygène dans la vessie natatoire de quelques Coregonus acronius (Rapp), qui vivent à une profondeur de 60 à 80 mètres. Il attribue ce peu d'oxygène à leur vie dans la vase. Sa vessie est pourvue d'un canal aérien et se dilate beaucoup quand le poisson est tiré vers la surface. Hüfner prouve que la vessie natatoire n'est pas comparable à une cavité où l'air serait fortement raréfié, en faisant geler deux poissons, l'un normal et l'autre dont la vessie a été vidée, et qui a été asphyxié sous une pression diminuée. Des figures montrent que la vessie du premier est normale et que celle du second est contractée. La sécrétion de gaz dans la vessie natatoire paraît être la forme la plus simple d'une action glanduleuse. Hüfner remarque que ce ne sont pas seulement les poissons de la profondeur chez lesquels on a trouvé une grande quantité d'oxygène, mais aussi les poissons pélagiques et ceux des côtes; par exemple, dans la vessie du Gadus merlucius on a trouvé 79 p. 100 d'O et dans celle de la Trigla cucullus 91,9 p. 100. Il lui semble que ce ne sont pas les poissons qui vivent toujours dans la profondeur, sans se rendre à la surface, qui ont tant d'oxygène dans leur vessie natatoire, mais que ce sont plutôt ceux qui n'y vivent pas ou ne s'y rendent que temporairement.

Bridge et Haddon, en 1892, se livrent à une discussion sur la physiologie de la vessie aérienne et des osselets de Weber. Ils cherchent surtout une relation entre ces osselets et la fonction hydrostatique de la vessie et supposent que ces osselets contrôlent ou régularisent l'évasion des gaz par le conduit pneumatique.

Friefer, en 1892, discute les différentes théories sur la vessie natatoire des poissons et lui attribue une fonction respiratoire, ce qu'il explique.

Parker, en 1892, pense que la vessie aérienne des poissons ainsi que les poumons des Dipnoi et des autres vertébrés sont de structure identique en tant qu'excroissance du pharynx. Cette excroissance peut avoir une fonction purement hydrostatique, ou intéresser plus ou moins la respiration, ou encore être exclusivement un organe de respiration.

Bridge et Haddon, en 1894, font une étude approfondie des

osselets de Weber. Ils acceptent l'opinion de Hasse, d'après laquelle ce mécanisme servirait à communiquer au poisson les tensions variables des gaz de la vessie aérienne, résultant des variations de la pression hydrostatique.

Mayer, en 1894, attaque l'opinion de Miklucho-Maclay qui prétend que le sac dorsal de la gorge du Mustelus est un rudiment de vessie natatoire et trouve encore deux sacs pareils au côté ventral de son œsophage.

Marcacci, en 1894, après avoir attribué au poumon la double fonction d'organe hydrostatique et d'organe respiratoire, ne doute pas que la vessie natatoire des poissons ne puisse aussi revêtir ce double caractère fonctionnel.

Maggio, en 1894. Cité par M. le Prof. Dr H. Lichtenfeld dans son « Literatur zur Fischkunde », 1906.

Jacquet, en 1894, conclut, de ses recherches sur la vessie natatoire, que les Acanthopsides d'Europe doivent être distingués du sous-ordre des Physostomes.

Bohr, en 1894, expérimente que la formation de gaz dans la vessie aérienne est une vraie sécrétion de gaz très oxygéné, qui cesse après que la branche du nerf vagus, qui fournit cette vessie, est coupée. Il conclut que le vagus contrôle l'entrée du gaz dans la vessie et le sympathique sa sortie. Ses expériences n'influent pas sur la proportion de l'acide carbonique. Quand la proportion de l'oxygène est augmentée d'une manière quelconque, alors elle reste la même si l'entourage ne change en rien. M. Bohr remarque que la paroi de la vessie aérienne est presque imperméable pour l'oxygène.

Sörensen, en 1894, parle de la production des sons à propos de la vessie aérienne.

Dei, en 1895. Cité par M. le Prof. Dr H. Lichtenfeld dans son « Literatur zur Fischkunde », 1906.

Bonnier, en 1895, examine des troubles dans la fonction respiratoire, dans le maintien de l'altitude et dans celui de l'attitude des poissons, après avoir vidé en partie la vessie natatoire. Les variations de tension et de volume de l'air vésical semblent perceptibles par l'appareil labyrintique.

Regnard, en 1895. Cité par M. le Prof. Dr H. Lichtenfeld dans son « Literatur zur Fischkunde », 1906.

Richard, en 1895, conclut que la quantité d'oxygène que contient la vessie natatoire est très considérable chez les poissons venant d'une certaine profondeur, mais qu'elle n'est pas proportionnelle à la profondeur. Il est possible que chez les poissons de la profondeur, cette quantité diffère dans leur habitat normal de celle qu'ils présentent quand ils sont tirés à la surface.

Jacobs, en 1895. Cité par M. le Prof. Dr H. Lichtenfeld dans son « Literatur zur Fischkunde », 1906.

Schloesing fils et Richard, en 1896, trouvent qu'il n'est pas certain que l'abondance de l'oxygène dans la vessie natatoire des poissons tirés des profondeurs s'observe dans les conditions normales de leur existence, mais qu'elle peut tenir à ce que, durant l'ascension, de l'oxygène a été abandonné par l'hémoglobine sous l'influence de la décompression. Ils recherchent l'argon dans le gaz de ces vessies et prouvent sa présence même chez des poissons vivant à des profondeurs de plus de 1300 mètres. Ils disent que sa proportion est à peu près égale par rapport à l'azote que dans l'atmosphère.

Vincent et Barnes, en 1896, observent que les organes vasculaires sanguins des vessies natatoires dépourvues de conduit pneumatique, sont de vraies glandes, qui sécrètent une substance muqueuse contenant un nucleo-proteide.

Ehrenbaum, en 1896. M. le Prof. Thilo mentionne, 1901, p. 330, que Ehrenbaum a vu des vessies natatoires chez de jeunes carrelets.

Sörensen, en 1897, exprime une remarque au Prof. Dr O. Thilo sur la production des sons de la vessie natatoire.

Seabra, en 1897, s'occupe de la structure histologique des corps rouges.

Spencer, en 1898, décrit la construction des poumons du Ceratodus et du Protopterus.

Nusbaum et Sidoriak, en 1899, en décrivant la connexion anatomique entre la vessie natatoire et l'organe de l'ouie, supposent bien une relation de cette vessie avec la fonction de l'ouïe.

Stricker, en 1899, décrit et figure de jeunes stades de la vessie natatoire de la truite.

Bridge, en 1899, insiste sur la connexion qui relie la vessie natatoire à l'organe de l'ouïe chez le Notopterus borneensis et fait sur ce point des comparaisons avec d'autres Teleostei. Pour ce qui est de la signification physiologique de cette connexion il affirme qu'il y a des objections aux opinions auditive et hydrostatique.

Sprenger, en 1900.

Sidoriak, en 1900. Cité par M. Guyénot, 1909, p. 295.

Morat et Doyon, en 1900. Cités par M. Guyénot, 1909, p. 293.

Bloch, en 1900. Cité par M. Guyénot, 1909, p. 291.

Thilo, en 1901, relève les notices de M. Ehrenbaum, 1896.

Tower, en 1901, étudie le $\frac{CO^2}{O^2}$ quotient des gaz de la vessie natatoire. Ce quotient augmente quand le poisson est asphyxié. Plus l'eau est profonde, plus le quotient est petit.

Gegenbaur, en 1901, estime que les Dipnoi ont des poumons à caractères primitifs.

Göppert, en 1902, conclut que la question de l'homologie de la vessie natatoire n'est pas encore résolue par ce que l'on sait de son développement.

Piper, en 1902, dit que, chez l'Amia calva, la vessie natatoire se forme comme pli dorsal de la paroi de l'œsophage et de l'estomac.

Thilo, en 1903, conclut de ses recherches que les poissons avalent de l'air atmosphérique pour l'amener par le conduit aérien dans la vessie natatoire.

Jaeger, en 1903, attribue au corps rouge l'entrée des gaz dans la vessie natatoire et la sortie à l' « oval ». Il appelle « oval », une région dans la paroi de cette vessie où manque la membrane du milieu et qui est pourvue de beaucoup de vaisseaux sanguins. L'oval se trouve dans les vessies auxquelles manque un conduit pneumatique. Jaeger explique longuement son sentiment, qui est que ladite vessie est un organe pour la station des poissons.

Lo Bianco, en 1903.

Bowntree, en 1903, examine que le conduit pneumatique est lié d'une manière asymétrique à gauche au canal alimentaire

dans certaines familles et à droite dans certaines autres familles. Dans plusieurs familles, cette connexion est médiane.

Moser, en 1904, fait des recherches sur le développement de la vessie natatoire et en conclut qu'il y a des rapports directs entre cette vessie et les poumons, parce qu'il observe des déplacements de l'intestin et de ladite vessie.

Deineka, en 1904, étudie les vaisseaux sanguins, les cellules des glandes sanguines et les nerfs de la paroi de la vessie aérienne des poissons.

Bridge, en 1904, résume nos connaissances sur la vessie aérienne des poissons ; l'absence de cet organe est due à ces deux causes : quand, d'une part, il est nécessaire pour le poisson d'avoir une grande liberté de se mouvoir en tous sens, et quand, d'autre part, les poissons s'adaptent à une vie au fond de l'eau.

Boulenger, en 1904, relève la présence de la vessie aérienne pour différentes familles.

Spengel, en 1904.

Jaeger, en 1904, s'oppose à l'opinion de M. le Prof. Thilo, quant à l'avaler de l'air atmosphérique par le poisson au moyen de la vessie natatoire.

Bykowsky et Nusbaum, en 1904, décrivent la structure histologique de la paroi de la vessie natatoire du Fierasfer, surtout de la glande pour les gaz.

Guyénot, en 1904, et en 1905.

Reis, en 1905. Cité par M. le Dr E. Guyénont, 1909, p. 294.

Nusbaum et Reis, en 1905, mentionnent l'utilité de l'oval pour la vessie natatoire.

Janson, en 1905. Cité par M. le Prof. Lichtenfeld dans son « Literatur zur Fischkunde, 1906 ».

Thilo, en 1906, a expérimenté que chez la tanche l'air entre par le canal aérien dans la vessie natatoire.

Thilo, en 1907, décrit la disparition de la vessie natatoire des carrelets et démontre que cet organe est semblable chez le turbot, le Solea et le Zeus.

Baglioni, en 1908, en vertu de ses expériences, attribue à la vessie aérienne non seulement une fonction hydrostatique

dans le sens de Moreau, mais la considère aussi comme un organe de sensibilité.

Thilo, en 1908, compare les ossicles Weberiens avec un manomètre.

De Beaufort, en 1908, décrit la vessie natatoire des Malacopterygii. Il consent aux opinions suivantes : les poumons et la vessie natatoire sont des organes homologues ; la fonction primitive de la vessie natatoire était probablement une fonction respiratoire ; la vessie natatoire celluleuse des Malacopterygii est une condition primitive des Teleosteens.

Guyénot, en 1909, examine les fonctions attribuées à la vessie natatoire des poissons.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

ant. de
322. Aristoteles. — Ιστορίαι περὶ ζώων, vol. IV, p. 9.
av. Chr.

1554. Rondelet (G.). — Libri de Piscibus marinis, in quibus verae Piscium effigies expressae sunt, liber II, caput III, p. 26, et liber III, caput XXI, p. 73. Lugduni.

1557. Cardanus (H.). — De rerum varietate, liber VII, caput XXXVII, p. 219. Basileae.

1659. Severinus (M. A.). — Antiperipatias, hoc est, adversus Aristoteleos de respiratione piscium diatraba (*Editio* 1661, p. 97, Amstelodami). Neapolis, 1659.

1667. Needham (G.). — Disquisitio anatomica de formato fœtu (*Editio* 1668, cap. VI, pp. 172-184, tab. VII, Amstelodami). London, 1667.

1670. Boyle (R.). — Of the Phaenomena of a Scale Fish in an Exhausted Receiver. *Philosophical Transactions*, London, vol. V, pp. 2024-2026.

1674. Mayow (J.). — Opera omnia medicophysica, tractatibus quinque comprehensa. (*Editio novissima*, 1681, pp. 229-231, Hagae-Comitum). Oxford, 1674.

1675. Boyle (R.) and J. (A.). — A conjecture concerning the Bladders of air that are found in Fishes, communicated by A. J.; and illustrated by an Experiment suggested by the Honorable Robert Boyle. *Philosophical Transactions*, London, vol. X, pp. 310-311.

1675. Ray (J.). — A Letter written to the Publisher by the Learned Mr. Ray, containing some considerations on the conjecture in Numb. 114 of these tracts, about the swimming Bladders in Fishes. *Philosophical Transactions*, London, vol. X, pp. 349-351.

1679. Borelli (J.-A.). — De Motu animalium. Pars prima (*Editio nova*, 1743, cap. 23, prop. 209-211, pp. 208-214, tab. XIII, fig. 10; tab. XIV, fig. 3, 4; Hagae-Comitum). Romae, 1679.

1680. Perrault (Cl.). — Essais de Physique ou Recueil de plusieurs traités touchant les choses naturelles, t. III, De la mécanique des animaux. (*Edition* 1721 sous le titre *Œuvres diverses de Physique et de Méchanique*, v. II, t. III, pp. 382-383, Leide). Paris, 1680.

1681. Blasius (G.). — Anatome animalium, Anatomes Brutorum, Pars III, Aquatilia continens, p. 262. Amstelodami.

1684. Redi (Fr.). — Osservazioni intorno agli animali viventi, che si trovano negli animali viventi (*Editio* 1708, *Ex Etruscis Latinas fecit*, pp. 256-268, tab. III-VI). Firenze, 1684.

1686. Willughby (F.). — De Historia piscium. Totum opus recognovit, coaptavit, supplevit, Librum etiam primum et secundum integros adjecit J. Rains e Societate Regia. Liber primus, cap. VII, pp. 12-14. Oxonii.

1687. Fracassati (C.). — De Cerebro, Operum M. Malpighii tom. sec., *De Cerebro*, pp. 144-146. Lugduni Batavorum.

1697. Preston (Ch.). — A General Idea of the Structure of the Internal Parts of Fish. *Philosophical Transactions*, London, vol. XIX, pp. 422-424.

1707. Schelhammer (G. Gh.). — Anotome Xyphiæ, p. 16. Hamburg.

1733. Petit — Histoire de la Carpe. *Histoire de l'Académie royale des sciences*, Paris, année 1733, pp. 210-213, tab. 4.

1738. Artedi (P.). — Ichthyologia sive opera omnia de piscibus, posthuma

vindicavit, recognovit, coaptavit et edidit C. Linnaeus, Pars II, Philosophia ichthyologica, pp. 34-36. Lugduni Batavorum.

1753. Hanow (M. C.). — Anmerkungen über die Blasen der Fische. Seltenheiten der Natur und Oekonomie, herausgegeben von J. D. Titius, Bd. I, Abs. 18, S. 610. Leipzig.

1763. Brookes (R.). — A system of Natural History. Vol. III, p. 323. London.

1770. Koelreuter (J. T.). — Descriptio Cyprini rutili. Novi Commentarii Academiae scientiarum imperialis petropolitanae, tom. XV, pp. 500-501. Petropoli.

1770. Gouan (A.). — Histoire des Poissons, pp. 77-79 et 80-82. Strasbourg.

1773. Vicq-d'Azir. Deuxième mémoire pour servir à l'Histoire anatomique des Poissons. Mémoires de Mathématique et de Physique, Paris, t. VII, pp. 240-243 avec figures. Im 1795 aufgenommen von J. G. Schneider in seine Sammlung von anatomischen Aufsätzen und Bemerkungen zur Aufklärung der Fischkunde, Leipzig, Th. I, S. 40-43.

1774. Koelreuter (J. F.). — Observationes in Gado Lota institutae. *Novi Commentarii Academiae scientiarum imperialis petropolitanae*, tom. XIX, pp. 430-434. Petropoli.

1776. Erxleben (J. C. P.). — Über den Nutzen der Schwimmblase bei den Fischen. *Physikalisch chemische Abhandlungen*, B. I, S. 343-347, Leipzig.

1778. Broussonet (P. M. A.). — Variae positiones circa respirationem, sectio 5, pp. 145-146. Monspelii. Inséré dans Delectus Opusculorum ad Scientiam naturalem spectantium, 1790, Lipsiae, edidit Prof. Chr. Fr. Ludwig, vol. I, p. 118.

1781. Broussonet (P. M. A.). — An Account of the Ophidium barbatum, Linnaei. *Philosophical Transactions*, London, vol. LXXI, part II, pp. 446-447, tab. XXIII.

1784. Leske (N. G.). — Anfangsgründe der Naturgeschichte. Th. I, 193, S. 389. Leipzig.

1785. Monro (A.). — The Structure and Physiology of Fishes explained and compared with those of Man and other Animals, pp. 27-29, tab. 15, 15* and 16. Edinburgh.

1787. Schneider (J. G.). — Zusatz bei der deutsche Übersetzung von Monro's Vergleichung des Baues und der Physiologie der Fische mit dem Bau des Menschen und der übrigen Tiere. Abschn. 6. S. 29-33.

1789. Fourcroy (A. F. de). — Observations sur le gaz azote contenu dans la vessie natatoire de la carpe ; et deux nouveaux procédés pour obtenir ce gaz. *Annales de chimie*, Paris, t. I, pp. 47-48.

1789. Gmelin (J. F.). — Note dans le Systema Naturae de C. A. Linné, Ed. XIII, t. I, pars III, p. 1127. Lugduni.

1795. Bloch (M. E.). — Allgemeine Naturgeschichte der Fische (Edition 1785-1797, *Ichthyologie ou Histoire naturelle, générale et particulière des poissons*, part. I, 1795, p. 5, Berlin). Berlin, 1782-1795.

1795. Fischer (G.). — Versuch über die Schwimmblase der Fische. pp. 1-80, tab. I. Leipzig.

1797. Brodbelt (Fr. R.). — On the Elastic Fluid contained in the Air-Vessels of Fish. *A journal of Natural Philosophy Chemistry and the Arts*, by W. Nicholson, vol. I, pp. 264-265. London.

1798. Lacépède (B. E. G., Comte de). — *Histoire naturelle des poissons*, t. I, pp. C-CVI. Paris.

1802. Geoffroy (E.). — Histoire naturelle et description anatomique d'un nouveau genre de poisson du Nil, nommé Polyptère. *Annales du Muséum National d'Histoire naturelle*, Paris, t. I, pp. 65 et 66-67.

1805. Cuvier (G. L. C. F. D. Baron). — Leçons d'Anatomie comparée t. I, recueillies et publiées sous ses yeux par C. Duméril, pp. 504-506 et

t. V, rec. et publ. par G. L. Duvernoy, D. M., pp. 270-282, pl. LII. Paris.

1805. Döllinger (J.). — Über den Luftsack der Fische. *Archiv. für Zoologie und Zootomie* herausgegeben von C. R. M. Wiedermann. Bd, 4, St. 2, S. 160-171. Braunschweig.

1806. Humboldt (Freiherr Fr. H. Al. von). — Observations sur l'Anguille électrique. *Recueil d'observations de Zoologie et d'Anatomie comparée*, par Al. de Humboldt et A. Bonpland. Mémoire VII, pp. 102-107, pl. 10. Paris.

1806. Configliati (C.). — Cité à la p. 104 par Humboldt dans ses *Observations sur l'Anguille électrique*, *l. c.*

1807. Cuvier (G. L. C. F. D. Baron). — Recherches anatomiques sur les reptiles regardés encore comme douteux par les Naturalistes. *Recueil d'Observations de Zoologie et d'Anatomie comparée*, par Al. de Humboldt et A. Bonpland. Mémoire VIII, p. 191. Paris.

1807. Biot (J. B.). — Mémoire sur la nature de l'air contenu dans la vessie natatoire des poissons. *Mémoires de Physique et de Chimie de la Société d'Arcueil*, Paris, t. I, pp. 252-281. Übersetzt von J. J. Stolz in München in A. F. Gehlen's *Journal für die Chemie, Physik und Mineralogie*, Berlin, 1807, Bd. 4. S. 582-602. Frei übersetzt von L. W. Gilbert in seine *Annalen der Physik*, Halle, 1807, Bd. 26, S. 454-477.

1807. Geoffroy et Vauquelin (L. N.). — Cités à la p. 260 dans le Mémoire de Biot sur la nature de l'air contenu dans la vessie natatoire des poissons, *l. c.*

1807. De Marty=Marti y Franqués (A.). — Cité à la p. 270 par Biot dans son Mémoire, *l. c.*

1807. Geoffroy Saint-Hilaire (E.). — Considérations sur l'os furculaire, une des pièces de la Nageoire pectorale. *Annales du Muséum d'Histoire naturelle*, Paris, t. IX, pp. 414-415.

1808. Nitzsch (C. L.). — Commentatio de respiratione animalium, p. 15, Witebergae.

1808. Erman (P.). — Untersuchungen über das Gas in der Schwimmblase der Fische, und über die Mitwirkung des Darmkanals zum Respirationsgeschäfte bei der Fischart Cobitis fossilis. *Annalen der Physik*, Halle, herausgegeben von L. W. Gilbert, Bd. 30, S. 113-140.

1808. Erman (P.) et Stosch. — Dans une lettre de Ermann à M. le Prof. Gilbert. *Annalen der Physik*, Halle, von L. W. Gilbert, Bd. 30, S. 159-160.

1809. Provençal et Humboldt (Freiherr Fr. H. Al. von). — Recherches sur la respiration des poissons. *Mémoires de Physique et de Chimie de la Société d'Arcueil*, Paris, t. II, pp. 400-404. Im 1811 übersetzt von Sigwart im J. S. C. Schweigger's *Journal für Chemie und Physik*, Nurnberg, Bd. I, S. 118-121. Im 1822 mitgeteilt in Notizen aus dem Gebiete der Natur- und Heilkunde von L.F. von Frierop, Erfurt, Bd I, S. 328-329.

1809. Biot (J.-B.). — Addition au Mémoire inséré dans le premier volume, sur l'air contenu dans la vessie natatoire des poissons. *Mémoires de Physique et de Chimie de la Société d'Arcueil*, Paris, t. II, pp. 487-491. Im 1811 übersetzt von Sigwart im J. S. C. Schweigger's *Journal für Chemie und Physik*, Nürnberg, Bd I, S. 122-124.

1809. Geoffroy Saint-Hilaire (E.). — Des usages de la vessie aérienne des poissons. *Annales du Muséum d'Histoire naturelle*, Paris, t. XIII, pp. 460-464.

1809. Delaroche (F.). — Observations sur la vessie aérienne des poissons. *Annales du Muséum d'Histoire naturelle*, Paris, t. XIV, pp. 184-217 et la suite aux pp. 245-289. Im 1811 im Auszuge übersetzt von Ruhland

im J. S. C. Schweigger's *Journal für Chemie und Physik*, Nürnberg, Bd I, S. 164-172. A la fin de 1809 un aperçu dans le nouveau *Bulletin des Sciences* par la Société philomatique de Paris, t. I, pp. 409-412.

1809. Cuvier (G. L. C. F. D. Baron). — Rapport fait à la classe des sciences physiques et mathématiques, sur le Mémoire de M. Delaroche, relatif à la vessie aérienne des poissons. *Annales du Muséum d'Histoire naturelle*, Paris, t. XIV, pp. 165-183.

1809. Delaroche (F.). — Note (2) à p. 261, suivi aux pp. 262-263 de ses Observations sur la vessie aérienne des poissons. *l. c.*

1809. Configliachi (P.). — Memoria sull'analisi dell' aria contenuta nella vescica natatoria dei pesci, pp. 1-80. Pavia.

Abgedruckt in Brugnatelli's Giornale, t. II, pp. 347-376, 381-409, 477-497. Im 1811 im Auszuge übersetzt von Ruhland im J. S. C. Schweigger's *Journal für Chemie und Physik*, Nürnberg, Bd I, S. 137-164.

1814. Treviranus (G. R.). — *Biologie oder Philosophie der lebenden Natur für Naturforscher und Aertzte*, Bd 4, S. 143-145. Göttingen.

1814. Humboldt (Al. de) et (Bonpland A). — Voyage aux régions équinoxiales du nouveau continent fait en 1799-1804, t. I, pp. 204-206. Paris.

1815. Cuvier (G. L. C. F. D. Baron). — Notice sur un Poisson célèbre, et cependant presque inconnu des auteurs systématiques, appelé sur nos côtes de l'Océan Aigle ou Maigre, et sur celles de la Méditerranée, Umbra, Fegaro et Poisson royal, avec une description abrégée de sa vessie natatoire. *Mémoires du Muséum d'Histoire naturelle*, Paris, t. I, pp. 18-21, et 3 planches.

1817. Treviranus (G. R.). — Ueber die Verrichtung der Schwimmblase bey den Fischen. Vermischte Schriften anatomischen und physiologischen Inhalts, Bd II, S. 156-172. Bremen.

Auch im *Annalen der Wetterauischen Gesellschaft für die gesammte Naturkunde*, Bd III, u. w. Hanau.

1818. Huschke (G. E. C.). — Diss. inaug. quaedam de organorum respiratoriorum in animalium serie metamorphosi generatim scripta et de vesica natatoria piscium quaestionem, pp. 33-78. Jenae.

1819. Monfalcon (J. B.). — Article « Natation » dans le *Dictionnaire des sciences médicales par une Société de Médecins et de Chirurgiens*, t. XXXV, pp. 234-236. Paris.

1820. Weber (E. H.). — De aure et auditu hominis et animalium, Pars I, De aure animalium aquatilium, pp. 40-75, t. III-VIII. Lipsiae.

1821. Reinhardt (J. C. H.). — Om venernes gang i Fiskenes swömmeblaerer. Kiöbenhavn, Oversigt.

1821. Meckel (J. F.). — System der vergleichenden Anatomie, th. I, S. 162. Halle.

1823. Adelon (N. P.). — Physiologie de l'homme, t. II, p. 219. Paris.

1825. Richerand (A. Baron). — Nouveaux éléments de Physiologie, 9e édition, t. II, pp. 370-373. Paris.

1826. Baer (K. E. von). — Schlussworte an den Herausgeber der Isis. Isis von Okon, Bd II, Heft VIII, S. 841-842. Jena.

1826. Burdach (Ch. F.). — Die Physiologie als Erfahrungs-Wissenschaft, 1826-1840. Leipzig. T. VII, p. 371 de la traduction française, par Jourdan. Paris.

1827. Rathke (H.). — Beitrage zur Geschichte der Thierwelt, IV, Bemerkungen über die Schwimmblase einiger Fische. Neueste Schriften der Naturforschenden Gesellschaftt in Danzig, Bd II, Heft 2, S. 102-120. Halle.

1828. Cuvier (G. L. C. F. D. Baron) et Valenciennes (A.). — Histoire naturelle des poissons, t. I, pp. 386-390, et dans le t. II-XXII, 1828-1848. Paris.

1829. Cuvier (G. L. C. F. D. Baron). — Le Règne animal, t. II, pp. 327-329. Paris.

1829. Geoffroy Saint-Hilaire (E.). — Histoire naturelle des poissons du Nil. Description de l'Égypte, sec. éd., t. XXIV, pp. 167-168. Paris.

1830. Hancock (J.). — Observations on the Mullets of the Coast of Guiana, etc., with Remarks on the Air-Bladder and Stomach in Fishes, pp. 133-136. Remarks on the Air-Bladder, pp. 294-296. *Quarterly Journal of Science, Litt. and Arts*, January to June, 1830. London.

1830. Löven (N. H.). — Afhandlung om Fiskars, Amphibiers och Fäglars respiration, p. 23. Lund.

1831. Saagmans Mulder (A. E.). — Iets aangaande de beentjes, die men bÿ de Cyprini aan de eerste wervels verbonden vindt. Bijdragen tot de natuurkundige Wetenschappen verz. door H. C. van Hall, W. Vrolik en G. J. Mulder, deel 6, pp. 96-103. Amsterdam.

1831. Taylor (J.). — On the respiratory organs and airbladder of certain fishes of the Ganges. *The Edinburgh Journal of Science*, Bd V, p. 33. London.

1833. Retzius (A.). — Anatomisk undersökning öfver nägra delar af Syngnathus Acus och Ophidion. Kongl. *Vetenskaps academiens Handlingar* för ärr 1833, p. 155, t. V. Stockholm. Im 1835 ubers. im *Isis* von Okon, Heft 5, S. 401-402. Taf. II. Leipzig.

1833. Hollard (H. L. G. M.). — *Précis d'Anatomie comparée*, 1833, Paris; 1836, Bruxelles.

1834. Agassiz (L.). — *Proceedings of the zoological society of London*, part II, pp. 119-120. London.

1834. Berlak (S.). — Symbola ad Anatomiam vesicae natatoriae Piscium. Regimontii Prussorum.

1835. Baer (K. E. von). — Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte der Fische nebst einem Anhange über die Schwimmblase, pp. 31-34 et 38-50. Leipzig.

1835. Rathke (H.). — Eine briefliche Mittheilung an von Baer. Citirt S. 39 durch. Prof. v. Baer in seine *Untersuchungen, l. c.*

1835. Erman (A.). — Verzeichniss von Tieren und Pflanzen, welche auf einer Reise um die Erde gesammelt wurden. S. VI, 25-26. Berlin.

1836. Baer (K. E. von). — Beobachtung über die Entstehungsweise der Schwimmblasen ohne Ausführungsgang. *Bulletin scientifique publié par l'Académie Impériale des sciences de Saint-Pétersbourg*, t. I, pp. 15-16. Saint-Pétersbourg. Im 1837 ein Auszug im *Archiv. für Naturgeschichte* herausgeg. von A. F. A. Wiegmann, Jahrg. III, Bd I, S. 248. Berlin.

1836. Yarrel (W.). — History of British fishes. London.

1837. Cuvier (G. L. C. F. D. Baron). — *Leçons d'Anatomie comparée*, Ed. sec., t. II, rec. et publ. par M. Duméril, revues par MM. F. G. Cuvier et Laurillard, pp. 140-141. Paris.

1838. Rathke (H.). — Zur Anatomie der Fische, dritte Abtheilung, Ueber die Schwimmblase, *Archiv für Anatomie, Physiologie und wissensch. Medicin*, herausgeg. von Prof. D[r] J. Müller, Jahrg. 1838, S. 413-441 und 443-445, Taf. XII. Berlin.

1838. Dugès (A.). — *Traité de Physiologie comparée de l'homme et des animaux*, t. II, part. IV, chap. IV, pp. 131-132. Montpellier.

1838. Breschet (G.). — Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'ouïe des poissons. *Mémoires de l'Institut de France*, t. V, p. 619. Paris.

1839. Muller (J.). — Vergleichende Anatomie der Myxinoiden, dritte Fortsetzung, vierter Abschnitt : Von den Blutgefässkörpern der Schwimmblase. *Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin*. aus dem Jahr. 1839, S. 262-271, Berlin 1841.

Im 1839 als : Wundernetze der Schwimmblase im Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten *Verhandlungen der Konigl. Preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, aus dem Jahre 1839, S. 278-287.

Im 1840 im *Archiv. für Anatomie, Physiologie und Wiss. Medicin*, von J. Müller, S. 126-136.

1839. Owen (R.). — Lepidosiren annectens in *Proceedings of the Linnean Society of London*. Vol. I, 2 april, pp. 29-30. London.

1839. Treviranus (G. R.). — *Beobachtungen aus der Zootomie und Physiologie*, Heft I, S. 19, Tab. V, VI. Bremen.

1840. Bischoff (L. M.). — Lepidosiren paradoxa anatomisch untersucht und beschrieben. Leipzig. En 1840 traduit par M. Hubotter dans les *Annales des sciences naturelles*, S. II, t. XIV, pp. 136-137, 149-150 et 152-153. Paris.

1840. Milne-Edwards (H.). — Remarque sur les affinités naturelles du Lepidosiren. *Annales des sciences naturelles*, sér. II, t. XIV, pp. 161-162. Paris.

1840. Jacobi (H. S. R.). — Diss. de vesica aërea piscium cum appendice de vesica aërea cellulosa Erythrini. Berolini.

1840. Valentin (G.). — Ueber die Organisation der Trabeculae carneae in der Schwimmblase des Lepisosteus spatula. Lacép. *Repertorium fur Anatomie und Physiologie*, Jahrgang 1840, Bd V, S. 392-397. Bern und St. Gallen. Jahrg. 1841, Bd VI, S. 179-180.

1840. Natterer (J.). — Lepidosiren paradoxa. *Annalen des Wiener Museums der Naturgeschichte* Bd II, S. 169. Wien.

1841. Bellengeri (C. F. B.). — Atti della terza riunione degli scienziati italiani tenuta in Firenze, p. 388.

1841. Van der Hoeven (J.). — Ueber die zellige Schwimmblase des Lepisosteus. *Archiv für Anatomie, Physiologie und wissensch. Medicin*, von J. Müller. Jahrg. 1841, S. 221-223, Taf. X. Berlin.

1841. Muller (J.). — Ueber Lungen und Schwimmblasen. Briefliche Mittheilungen an Herrn Professor van der Hoeven. *Archiv. für Anatomie, Physiologie und wissensch. Medicin*, von J. Müller, Jahrg. 1841, S. 223-228. Berlin.

1842. Vogt (K.). — Embryolog. d. Salmones, enthalten in dem Werke von L. Agassiz, *Hist. nat. des poiss. d'eau douce de l'Europe centrale*, t. I, p. 176, fig. 87. Neuchatel.

1842. Valentin (G.). — Beitrage zur Anatomie des Zitteraales. Neue Denkschriften der allg. Schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften, Bd VI, S. 34. Neuchâtel.

1843. Muller (J.). — Beobachtungen über die Schwimmblase der Fische. *Abhanblungen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, aus dem Jahre 1843, S. 135-165, Taf. IV. Berlin, 1845.

Ein Auszug im Monatsbericht der Akademie, Juni 1842, S. 177-187; und im Müller's *Archiv für Anatomie und Physiologie*, Jarhrg. 1842, S. 307-329, und Jahrg. 1845, S. 456-464.

1844. Muller (J.). — Ueber den Bau und die Grenzen der Ganoiden : Polypterus, S. 150; und über die systematische Bedeutung der Schwimmblase zur Feststellung der Ordnungen der Knochenfische und über die neuen Ordnungen Physostomi und Anacanthini, S. 174-194. *Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, aus dem Jahre 1844. Berlin, 1846.

Ein Auszug im Monatsbericht der Akademie, Déc. 1844, S. 422, und im Erichson's *Arch. fur Naturgeschichte*, 1845, I, S. 122.

1844. Muller (J.). — Handbuch der Physiologie des Menschen. Aufl. 4, Bd. 1, S. 243, Coblenz. Traduit en français par Jourdan, 1851, éd. 2.

1844. Quekett (J.). — On a peculiar arrangement of Bloodvessels in the Airbladder of Fishes, with some remarks on the evidence which they afford of the true function of that organ. *The Transactions of the microscopical Society of London*, vol. I, pp. 99-108, pl. 12, and 13, read July 20, 1842. London.

1844. Duvernoy (G. L.). — Observations pour servir à la connaissance du développement de la Poecilie de Surinam. *Annales des Sciences naturelles*, sér. III, Zoologie, t. I, pp. 354-355, pl. 17, ff. 11 et 12. Paris.

1845. Peters (W. K. H.). — Ueber einen dem Lepidosiren annectens verwandten Fisch von Quellimane. *Archiv fur Anatomie, Physiologie und wissensch. Medicin* von J. Müller, Jahrg. 1845, pp. 7 et 10, pl. I. Berlin.

1845. Vogt (K.). — Note à la p. 31 de sa traduction du Mémoire de J. Müller sur les Ganoïdes, etc. *Annales des Sciences naturelles*, sér. 3, t. IV. Paris.

1845. Hyrtl (J.). — Lepidosiren paradoxa, Monographie, Prague.

1846. Costa (O. G.). Nota sulla vescica natatoria dell' Uranoscopo. *Napoli Academia Asp. Annuario*, 3.

1846. Stannius (H. Fr.). — Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere, S. 119-123, 480. Berlin.

1846. Owen (R.). — Lectures on the comparative anatomy and physiology of vertebrate animals, Part I, Fishes, pp. 48-50 and 272-281. London.

1846. Cuvier (G. Baron et Duvernoy (G. L.). — *Leçons d'anatomie comparée*, sec. éd., t. VIII, pp. 699-725. Paris.

1846. Duvernoy (G. L.). — Cours d'histoire naturelle des corps organisés. *Revue zoologique de Guérin*, 1846, pp. 392-397, pl. 5. Paris.

1847. Erdl (M. E.). — Du Gymnarchus niloticus. Supplément à la Bibliothèque universelle de Genève, t. V, pp. 80-81. Paris.
Müncher Gelehrte Anzeigen, 1846, Bd 23; *Froriep's Notizen*, 1847, nº 3, et *Annales des sciences naturelles*, 1847.

1847. Melville (A. G.). — On the Lepidosiren. Report on the seventeenth Meeting of the British Association for the Advancement of Science held at Oxford in June 1847. Notices of communications to the sections, p. 78. London, 1848.

1847. Valenciennes (A.). — Article « Poissons ». *Encyclopédie du XIXe siècle.*

1848. Valenciennes (A.). — Article « Poissons ». *Dictionnaire de d'Orbigny.*

1848. Carus (G. C.). — Tabulae Anatomiam comparativam illustrantes, pars VII, tab. IV, fig. 1. Lipsiae.

1849. Hyrtl (J.). — Ueber einige Eigenthümlichkeiten der Schwimmblase bei der Gattung Caranx. *Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften*, Jahrg. 1849, Bd 2, S. 331-334. Wien.

1850. Czermak (J. N.). — Vorläufige Mittheilungen über die Schwimmblase von Esox lucius. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, Bd II, S. 121-123. Leipzig.

1851. Franzius (A. von). — Naturhistorishe Reiseskizzen, gesammelt wahrend einer Reise durch das Salzkammergut und Tyrol im Sommer 1850 und Winter 1851. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, Bd III, Heft 3, S. 337-338. Leipzig.

1852. Bergmann (L. C.), und Leuckart (F. R.). — *Anatomisch-physiologisch Uebersicht des Thierreichs*, S. 414-422. Stuttgart.

1852. Hyrtl (J.). — Ueber die Schwimmblase des Lepidosteus osseus, Auszug aus einer für die Denkschriften bestimmten Abhandlung. *Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften*, Bd VIII, Heft I, S. 71-72. Wien.

1852. Reinhardt (J. T.). — Ueber die Schwimmblase in der Familie Gymnotini. Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Foreningi Kjöbenhavn for Aaret 1852, p. 135. Kjöbenhavn, 1853.
Im 1854 übersetzt vom Prof. Dr F. H. Froschel in sein *Archiv für Naturgeschichte*, Jahrg. 20, Bd I, S. 169-184. Berlin.

1853. Foerg (A. F.). — Remarque sur l'appareil pulmonaire du Gymnarchus niloticus. *Annales des sciences naturelles*, sér. 3, t. XX, pp. 151-154, pl. 5. Paris.

1853. Duvernoy (G. L.). — Note additionnelle à la lettre de M. le professeur Foerg. *Annales des Sciences naturelles*. Sér. 3, t. XX, pp. 154-161, pl. 5. Paris.

1853. Kner (R.). — Ueber die Schwimmblase bei Doras C. Val. *Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften*, Bd XI, Jahrg. 1853, S. 142-146, mit Taf. Wien.

1853. Leydig (Fr.). — *Anatomisch-histologische Untersuchungen über Fische und Reptilien*, S. 29-31. Berlin.

1854. Leydig (Fr.). — Kleinere Mittheilungen zur thierischen Geweblehre. *Archiv für Anatomie, Physiologie und wissench. Medicin* von J. Müller, Jahrg. 1854, S. 325-327. Berlin.

1854. Hyrtl (J.). — Beitrag zur Anatomie von Heterotis Ehrenbergii, C. V. mit. 3 Taf. *Denkschriften der kais. Akademie der Wissenschaften*, Bd VIII, S. 81-83. Wien.

1854. Stannius (H. Fr.). — Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere, Ed. 2, S. 220. Berlin.

1856. Kaup (J.-J.). — Ueber die Schwimmblasen von Carapus inaequilabiatus Val. *Archiv. für Naturgeschichte* von F. H. Troschel, Jahrg. 22, Bd I, S. 88-89, mit einem Zusatze vom Herausgeber, S. 89-92. Taf. 3, fig. A et B.

1856. Hyrtl (J.). — Anatomische Mittheilungen über Mormyrus und Gymnarchus. *Denkschriften der kais. Akademie der Wissenschaften*, Bd XII, S. 8-13, Taf. 3. Wien.

1856. Filippi (F. de). — Ueber die Schwimmblase des Oligopus ater, Risso. *Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie*, Bd VII, S. 170-171. Leipzig.

1857. Milne-Edwards (H.). — Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparée de l'Homme et des animaux, t. II, pp. 363-385. Paris.

1857. Leydig (Fr.). — Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. Abschn. 34, S. 378-381. Frankfurt. a. M.

1858. Dufossé. — Des différents phénomènes physiologiques nommés voix des poissons. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, t. XLVI, p. 353, Paris.
Rapporté par M. Duméril, pp. 610, 612. Seconde partie, t. XLVII, p. 916.

1858. Poey (F.). — Observations on Different Points of the Natural History of the Island of Cuba. *Annals of the Lyceum of Natural History of New York*, vol. VI, pp. 133-137. New-York.

1858. Cleland (J.). — On the Skeleton, Muscles and Viscera of Malapterurus Beninensis. *The Edinburgh new philosophical Journal*, new series, vol. VIII, pp. 190-191, pl. 2. Edinburgh.

1859. Reissner (E.). — Ueber die Schwimmblase und den Gehörapparat einiger Siluroiden. *Archiv., fur Anatomie Physiologie und wissensch. Medicin. Jahrg.* 1859, S. 421-438, Taf. 12. Leipzig.

1862. Dufossé. — Sur les différents phénomènes physiologiques nommés voix des poissons, ou sur l'Ichthyopsophose. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, t. LIV, pp. 393-395. Paris.

1862. Sussdorf (J.). — Mitteilung über die Schwimmblase der Fische. *Sitzungs-*

Berichte der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis zu Dresden, Jahrg. 1862, S. 127-128. Dresden.

1862. MOREAU (A.). — Sur les gaz de la vessie natatoire des poissons. *Comptes rendus des séances et mémoires de la Société de Biologie*, sér. 3, t. IV, pp. 190-191. Paris.

1863. MOREAU (A.). — Sur l'air de la vessie natatoire des poissons. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, t. LVII, pp. 37-39 et 816-820. Paris.

Un abrégé en 1864 dans : *The Annals and Magazine of Natural History*, Ser. 3, vol. XIII, pp. 262-264. London.

1863. SIEBOLD (C. Th. E. von). — Die Süsswasserfische von Mittel Europa, S. 256-257. Leipzig.

1864. MOREAU (A.). — Variations des proportions d'oxygène dans la vessie natatoire des Poissons. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, t. LVIII, p. 219. Paris.

1864. MOREAU (A.). — Sur la voix des poissons. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, t. LIX, pp. 436-437. Paris.

1864. KNER (R.). — Einiges über die Thymusdrüse bei Fischen und die Schwimmblase der Stachelflosser. Sitzungsberichte der kaiserl. *Akademie der Wissenschaften*, Bd XLIX, Abth. I, S. 457-459. Wien.

1865. VOIT (K. von). — Ueber die in den Schuppen und der Schwimmblase von Fischen vorkommenden irisirenden Krystalle. *Zeitschrift fur wissenschaftliche Zoologie*. Bd XV, S. 519-521. Leipzig.

1865. KNER (R.). — Ueber das Vorkommen der Schwimmblase und die Anordnung der Sexualorgane bei aalähnlichen Fischen. *Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften*, Bd LII, Jahrg. 1865, Abth. I, S. 649-650. Wien.

1865. MOREAU (A.). De l'influence de la section du grand sympathique sur la composition de l'air de la vessie natatoire. *Mémoires de la Société de Biologie*, année 1865, sér. 4, t. II, pp. 21-24. Paris, 1866.

Et dans les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, t. LX, pp. 405-408. Paris.

1866. MONOYER. — Recherches expérimentales sur l'équilibre et la locomotion chez les poissons. *Annales des sciences naturelles*, sér. 5, t. VI, pp. 5-15. Paris.

1866. DUFOSSÉ — De l'ichthyopsophose ou des différents phénomènes physiologiques nommés voix des poissons. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, t. LXII, pp. 978-980. Paris.

1866. GOURIET (E.). — Thèse sur le rôle de la vessie natatoire pour le doctorat soutenue devant la Faculté des sciences de Poitiers, le 12 avril 1866.

Un extrait dans les *Annales des sciences naturelles*, Paris, 1866, sér. 5, t. VI, pp. 369-382.

1866. OWEN (R.). — Comparative Anatomy and Physiology of Vertebrates, vol. I, pp. 491-500. London.

1867. MIKLUCHO-MACLAY (N.). — Ueber ein Schwimmblasenrudiment be Selachiern. *Jenaische Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaft*, Bd III, S. 448-453 mit Taf. Leipzig.

1870. GRÉHANT (N.). — Thèse sur les Recherches physiologiques sur la respiration des poissons pour le doctorat ès sciences. Paris.

Un extrait dans le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie normales et pathologiques de l'homme et des animaux* publié par Prof. Ch. Robin, année 1870, pp. 213-221. Paris.

1871. SCHULZE (Fr. E.). — Die Lungen und die Schwimmblase der Fische. *Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen und der Thiere*, von S. Stricker, Bd I, Cap. 20, S. 485-488. Leipzig.

1871. Gunther (A.). — Description of Ceratodus, a genus of Ganoid Fishes, recently discovered in Rivers of Queensland, Australia. *Philosophical Transactions of the royal Society of London*, vol. 161, pp. 540-542. London.
1871. Day (Fr.). — Notes on Indian Siluroid Fishes, pp. 286-289. On the Freshwater Siluroids of India and Burmah, pp. 703-721. *Proceedings of the zoological Society of London for the year* 1871. London.
1872. Schultze (Fr.). — Ueber den Gasgehalt der Schwimmblase einiger Süsswasserfische Deutschlands. *Archiv fur die gesammte Physiologie des Menschen und der Thiere*, von E. F. W. Pflüger, Bd V, S. 48-52. Bonn.
1872. Dufossé. — Sur les bruits et les sons expressifs que font entendre les poissons des eaux douces et des mers de l'Europe. Rapport de Ch. Robin. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, t. LXXV, pp. 1074-1078. Paris.
1872. Harting (P. H.). — Le Physomètre, nouvel instrument pour la détermination de volumes variables d'air, ou d'autres corps, surtout de la vessie natatoire des poissons. *Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles*, t. VII, pp. 289-322, pl. 8. La Haye.
1873. Hasse (C.). — Beobachtungen über die Schwimmblase der Fische. *Anatomische Studien*, herausgeg, von C. Hasse. Bd I, S. 583-610, taf. 27 et 28. Leipzig.
1874. Dufossé. — Recherches sur les bruits et les sons expressifs que font entendre les poissons d'Europe. *Annales des sciences naturelles*, sér. 5, t. XIX, pp. 18-53, Tab. 16-19, t. XX, pp. 1-90. Paris.
1874. Moreau (A.). — Mémoire sur la vessie natatoire, au point de vue de la station et de la locomotion du Poisson. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, t. LXXVIII, pp. 541-544, 737-740, et t. LXXIX, pp. 1295-1299, 1517-1518. Paris.
1874. Moreau (A.). — Sur le rapport qui existe entre la composition chimique de l'air de la vessie natatoire et la profondeur à laquelle sont pris les poissons. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, t. LXXIX, pp. 1134-1136. Paris.
1874. Moreau (A.). — Conditions physiologiques de la vessie natatoire, pp. 88-90, 95-96, 119-120. La vessie natatoire des poissons considérée comme appareil hydrostatique, pp. 376-377. *Comptes rendus des séances et Mémoires de la Société de Biologie*, sér. 6, t. I. Paris.
1874. Gunther (A.). — Description of a remarkable kind of Air-bladder. *The annals and Magazine of Natural History*, sér. 4, vol. XIV, pp. 349-350, pl. 18. London.
1875. Moreau (A.). — Sur la vessie natatoire de Caranx trachurus, et sur la fonction hydrostatique de cet organe. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, t. LXXX, pp. 1247-1250. Paris.
1875. Moreau (A.). — Fonction hydrostatique de la vessie natatoire. *Association française pour l'Avancement des Sciences, Compte rendu de la IVe session*, Nantes, pp. 77-85. Paris.
1875. Wilder (B. G.). — Notes on the North American Ganoids, Amia, Lepidosteus, Acipenser and Polyodon. *Proceedings of the American Association for the Advancement of Science, twenty-fourth Meeting*, Aug. 1875, pp. 151-153. Salem, 1876.
1875. Grobben (C.). — Ueber die Schwimmblase und den ersten Wirbel der Cobitiden. *Wissensch. Mitt. Akad. Verein Naturhist.*, H. III, Wien.
1876. Moreau (A.). — Recherches expérimentales sur les fonctions de la vessie natatoire. *Annales des sciences naturelles*, sér. 6, t. IV, pp. 1-85, pl. 13 et 14. Paris.

1876. WEISSMANN. — Das Thierleben am Bodensee. *Schriften des Vereins fur Geschichte des Bodensees*, Bd VII, S. 140.

1877. MOREAU (A.). — Fonction hydrostatique de la vessie natatoire. *Comptes rendus des Séances et Mémoires de la Société de Biologie*, sér. 6, t. IV, pp. 228-229, 256-257. Paris.

1877. MOREAU (A.). — Mémoires de Physiologie, pp. 74-75, 69-86, 193-218. Paris.

1878. JOBERT (Cl.). — Recherches anatomiques et physiologiques pour servir à l'histoire de la respiration chez les poissons. *Annales des sciences naturelles*, sér. 6, t. VII, pp. 4-7. Paris.
Un rapport dans les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, t. LXXXVI, pp. 935-938. Paris.

1878. PAGENSTECHER (A.). — *Allgemeine Zoologie*, Theil 3, S. 256-271. Berlin.

1878. BERT (P.). — La pression barométrique, pp. 712, 814, 1150, 1154. Paris.

1878. DAY (Fr.). — The Fishes of India. London.

1879. BENNET (F. W.). — On a communication between the airbladder and the cloaca in the herring. *The Journal of Anatomy and Physiology*, vol. XIV, pp. 405-406. London and Cambridge.

1879. SORENSEN (W.). — Sur l'appareil du son chez divers Poissons de l'Amérique du Sud. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, t. LXXXVIII, pp. 1042-1043. Paris.

1879. MARANGONI (C.). — Sulla vescica natatoria dei pesci. *Rivista di Scienze*, Ind. II.

1880. MARANGONI (C.). — Fonctions de la vessie natatoire des Poissons. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences*, t. XC, pp. 1293-1294. Paris.

1880. EMERY (C.). — Le specie del genere Fierasser nel golfo di Napoli. *Fauna und Flora des Golfes von Neapel*, Monographie II, S. 57-62, fig. 64, 65, 71-75, 80, 86. Leipzig.

1880. DAY (Fr.). — On the airbladder of fish. *The Zoologist*. London.

1880. DAY (Fr.). — The burbot and airbladder of fishes. *Proceedings of the Cotteswold Naturalists' Field Club*, 7. Gloucester.

1880. GUNTHER (A. C. L. G.). — An Introduction to the Study of Fishes, pp. 117, 142-149.' Edinburgh.

1880. BOAS (J. E. V.). — Ueber Herz und Arterienbogen bei Ceratodus und Protopterus. *Morphologisches Jahrbuch*, Bd VI, S. 341 und 353. Leipzig.

1881. BOAS (J. E. V.). — Ueber den Conus arteriosus und die Arterienbogen der Amphibien. *Morphologisches Jahrbuch*, Bd VII, S. 566-568. Leipzig.

1881. EISIG (H.). — Ueber das Vorkommen eines schwimmblasenähnlichen Organs bei Anneliden. *Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel*, Bd II, S. 279-291. Leipzig.

1881. GUNTHER (A. C. L. G.). — Art. Ichthyology. *Encyclopædia britanniea*, Ed., v. XII, pp. 652-653, 657-659. Edinburgh.

1881. NUSBAUM (J.). — Ueber das anatomische Verhaltnis zwischen dem Gehörorgane und der Schwimmblase bei den Cyprinoiden. *Zoologischre Anzeiger*, Jahrg. 4, S. 552-556. Leipzig.

1882. ZUNTZ (N.). — Handbuch der Physiologie herausgeg. von L. Hermann, Bd IV, Th. 2, S. 151-152. Leipzig.

1882. PARKER (J.). — On the connection of the Air-bladders Auditoryorgan the and in the Red Cod. *Transactions and Proceedings of the New Zealand Institute*, vol. XV, pp. 234-236. London.

1882. PAULY (P. A.). — Beitrag zur Anatomie der Schwimmblase des Aals. Habilitationsschrift. München.

1883. Wiedersheim (R.). — Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere, S. 628-633. Jena.

1884. Wright (R. R.). — The relationship between the Air-bladder and Auditory-organ in Amiurus. *Zoologischer Anzeigre*, Jahrg. IVI, S. 248-252. Leipzig.

1884. Sagemehl (M.). — Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Fische, III. *Morphologisches Jahrbuch*, Bd X, S. 11-14, 49-52. Leipzig.

1884. Bjeletzky. — Zur Physiologie der Fischblase. *Abhandlungen der Naturforschergesellschaft* von Charkoff.
Ein Auszug im *Biologisches Centralblatt*, Bd IV, 1885, S. 639-640. Erlangen.

1884. Matthews (J. D.). — Annual Report of Fishery Board for Scotland. 1884, rep. II, App. F. p. 55, et 1887, rep. 5, pp. 279-292. Edinburgh.

1884. Wright (R. R.), Mc Murrich (J. P.), Macullum (A. B.), et Mc Kenzie (F.). — Contributions to the Anatomy of Amiurush Reprinted from the *Proceedings Canadian Institute*, n. s., vol. 2, p. 251. Toronto.

1884. Sörensen (W.). — Om Lydorganer hos Fiske : En physiologiskog comparativ-anatomik Undersögelse. Kjöbenhavn.

1885. Morris. — On the air-bladder of Fishes. *Proceedings of the Academy of Natural science of Philadelphia*, 1885, pp. 124-135. Philadelphia.

1885. Wright (R. R.). — On the skull and Auditory-organ of the Siluroid Hypophthalmus. *Proceedings and Transactions of the Royal Society of Canada for the year* 1885, vol. III, sect. 4, pp. 107-118, pl. 8-10 Montreal.

1886. Albrecht (P.). — Sur la non-homologie des poumons des Vertébrés pulmonés avec la vessie natatoire des Poissons, avec Réponses de Renson. Paris et Bruxelles.

1887. Charbonnel-Salle (L.). — Sur les fonctions hydrostatiques de la vessie natatoire. *Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des sciences*, t. CIV, pp. 1330-1333. Paris.

1887. Coggi (A.). — Intorno ai corpi rossi della vescica natatoria di alcuni Teleostei. *Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel*, Bd VII, S. 381-400, T. 14. Berlin.

1888. Corning (H. K.). — Beiträge zur Kenntnis der Wundernetzbildungen in den Schwimmblasen der Teleostier. *Morphologisches Jahrbuch*, Bd XIV, S. 1-53, T. I u. II. Leipzig.

1888. Bodington. — The air-bladder of fishes considered as a degeneratic lung. *Journal of Microscopical and Natural Sciences*, p. 197. London.

1888. Tranbe-Mengarini (M.). — Ricerche sui gas contenuti nella vescica natatoria dei pesci. *Atti della Reale Accademia dei Lincei, Rediconti*. Roma. Ueber die Gase in der Schwimmblase der Fische. *Archiv fur Physiologie*, herausg. von E. du Bois-Reymond, Jahrg. 1889, S. 54-63. Leipzig.

1888. Corblin (H.). — Recherches expérimentales sur la locomotion du Poisson. *Archives de Physiologie normale et pathologique*, sér. 4, t. I, Vessie natatoire, pp. 159-173. Paris.

1889. Coggi (A.). — Ueber den epithelialen Theil der sog. Blutdrüsen in der Schwimmblase des Hechtes. *Morphologisches Jahrbuch*, Bd XV, S. 555-559, Taf. 22. Leipzig.

1889. Bridge (F. W.), and Haddon (A. C.). — The Air-bladder and Weberian Ossicles in the Siluridae. *Proceedings of the Royal Society of London*, 1890, vol. XLVI, pp. 309-328. London.

1889. Moebius (K.). — Balistes aculeatus, ein trommelnder Fisch. *Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften*. Jahrg. 1889, Halb. Bd II, S. 999-1006. Taf. 8. Berlin.

Im *Archiv. fur Physiologie*, Jahrg. 1890, S. 182-183. Leipzig.

1890. Calderwood (W. L.). — On the Swimming Bladder and Flying Powers of Dactylopterus volitans. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, vol. XVII, pp. 132-138, with plate. Edinburgh.

1890. Liebreich (O.) — Ueber die physikalische Function der Schwimmblase bei Fischen. *Archiv fur Physiologie* herausg. von E. du Bois-Reymond, Jahrg, 1890, S. 360-363. Leipzig.

1890. Sörensen (W.). — Om Forbeninger i Svömmeblaeren, Pleura og Aortas Vaeg og Sammensmeltning deraf med Hvirvelsöjlen saerlig hos Siluroiderne, samt de saakaldte Weberske Knoglers Morphologi, *Skrifter udgivne af Videnskabsselksabet*, 6 Raekke, VI, 2, pp. 67-152. Kjöbenhavn.

1890. Hufner (G.). — Ueber das Gesetz der Dissociation des Oxyhaemoglobins etc. D. Ueber den Sauerstoffgehalt in der Schwimmblase der Fische. *Archiv fur Physiologie* herausgeg. von E. du Bois-Reymond, Jahrg. 1890, S. 18-20. Leipzig.

1890. Mark (E. L.). — Studies on Lepidosteus, III. The Respiratory Function of the Air-Bladder. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College*, vol. XIX, pp. 13-27. Cambridge.

1891. Ridewood (W. G.). — The airbladder and ear of British clupeoid fishes. *The Journal of Anatomy and Physiology*, vol. XXVI, pp. 26-42. London and Cambridge.

1892. Bohr (Chr.). — Sur la sécrétion de l'oxygène dans la vessie natatoire des Poissons. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, t. CXIV, pp. 1560-1562. Paris.

1892. Hufner (G.). — Zur physikalischen Chemie der Schwimmbla-sengase. *Archiv. fur Physiologie*, herausgeg. von E. du Bois-Reymond, Jahrg. 1892, S. 54-80, Taf. 2. Leipzig.

1892. Bridge (F. W.), and Haddon (A. C.). — The Air-bladderand Weberian Ossicles in the Siluroid Fishes. *Proceedings of the Royal Society of London*, vol. LII, pp. 139-157. London.

1892. Priefer — Ueber die Funktion der Schwimmblase. Inaugural-Dissertation. Berlin.

1892. Parker (W. N.). — On the Anatomy and Physiology of Protopterus annectens. *The Transactions of the Royal Irish Academy*, vol. XXX, pp. 163-167, pl. 10, 14, 15. Dublin.

1894. Bridge (F. W.), and Haddon (A. C.). — The Airbladder and Weberian Ossicles in the Siluroid Fishes. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, vol. CLXXXIV, pp. 65-333, pl. 11-19. London.

1894. Mayer (P.). — Ueber die vermeintliche Schwimmblase der Selachier. *Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel*, Band II, S. 475-478. Berlin.

1894. Marcacci (A.). — Les rapports des organes de la respiration et de la natation chez les pulmonés aquatiques. *Archives Italiennes de Biologie*, t. XXII, pp. 196-203. Turin.

1894. Maggio (Ign.). — La vescica natatoria considerata sotto l'aspetto della fisiologia e l'anatomia comparata. Cefalii.

1894. Jacquet (M.). — Recherche sur la vessie natatoire des loches d'Europe. *Revue suisse de Zoologie*, t. II, pp. 431-442, pl. 18. Genève.

1894. Bohr. — The influence of section of the vagus nerve on the disengagement of gases in the air-bladder of fishes. *The Journal of Physiology*, vol. XV, pp. 494-500. Cambridge.

1894. Sörensen (W.). — Are the Extrinsic Muscles of the Air-bladder in some Siluroidae and the « Elastic Spring » Apparatus of others subordinate to the Voluntary Production of sounds. What is, accor-

ding to our Present Knowledge, the Function of the Weberian Ossicles? *The Journal of Anatomy and Physiology*, vol. XXIX, pp. 109-139. London and Cambridge.

1895. Dei (A.). — La vescica idrostatica dei pesci e l'apparato aerostatico e polmonare degli uccelli. *Rivista Italiana di Scienze Naturali.* Anno 15. Siena.

1895. Bonnier (P.). — Sur les fonctions statiques et hydrostatiques de la vessie natatoire et leurs rapports avec les fonctions labyrinthiques. *Comptes rendus des Séances et Mémoires de la Société de Biologie*, sér. 10. t. II, pp. 745-747. Paris.

1895. Régnard (P.). — Sur l'action statique de la vessie natatoire des poissons. *Comptes rendus des séances et Mémoires de la Société de Biologie*, sér. X, t. II, Paris.

1895. Richard (J.). — Sur les gaz de la vessie natatoire des Poissons et des Physalies. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, t. CXX, pp. 745-747. Paris.

Bulletin du Muséum d'Histoire naturelle, t. II, 1896, pp. 41-43. Paris.

1895. Jacobs (Chr.). — Ueber die Schwimmblase der Fische. Inaugural Dissertation.

Zoologische Arbeiten, Bd III, N. 2. Tübingen, 1898.

1896. Schloesing fils (Th.), et Richard (J.). — Recherche de l'argon dans les gaz de la vessie natatoire des Poissons et des Physalies. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, t. CXXII, pp. 615-619. Paris.

1896. Vincent (Sw.), and Barnes (A. St.). — On the structure of the red glands in the swimbladder of certain fishes with a note on their possible function. *The Journal of Anatomy and Physiology*, vol. XXX, pp. 545-558, pl. 9. London and Cambridge.

1896. Ehrenbaum (E.). — Eier und Larven von Fischen der deutschen Bucht. *Wissenschaftliche Meeresuntersuchung*, Neue Folge, Bd II, Heft 1, Abth. I, p. 255. Kiel und Leipzig.

1897. Sörensen (W.). — Some remarks on Dr Thilo's memoir on : « Die Umbildung an den Gliedmassen der Fische ». *Morphologisches Jahrbuch*, Bd XXV, S. 187-189. Leipzig.

1897. Seabra (A. F. de). — Sur les Corps Rouges des Téléostéens. *Bulletin du Muséum d'Histoire naturelle*, t. III, pp. 217-220. Paris.

1898. Spencer (W. B.). — Der Bau der Lungen von Ceratodus und Protopterus. *Zoologische Forschungsreisen in Australien und dem Malayischen Archipel*, von R. W. Semon, Bd I, Lief. 2, S. 53-58, Taf. 9 u. 10. Jena.

1899. Nusbaum (J.), und Sidoriak. — Das anatomische Verhältnis zwischen dem Gehörorgane und der Schwimmblase bei dem Schleimbeisser (Cobitis fossilis). *Anatomischer Anzeiger*, Bd XVI, N° 9, S. 209-223. Jena.

1899. Stricker (F.). — Plattenmodelle zur Entwickelung von Darm, Leber, Pankreas und Schwimmblase der Forelle. *Internationale Monatschrift fur Anatomie und Physiologie*, Bd XVI, S. 17-27, Taf. 2. Paris, Leipzig, London.

1899. Bridge (F. W.). — Air-bladder and its Connection with the Auditory Organ in Notopterus borneensis. *The Journal of the Linnean Society, Zoology*, vol. XXVII, pp. 503-540, pl. 36 et 37. London.

1900. Sprenger (W.). — Die Funktionen der Schwimmblase. *Blätter der Aquarien- und Terrarien-Freunde*, Jahrg. 11. S. 229, etc., und 1901, Jahrg. 12, S. 220, etc. Braunschweig.

1900. Bloch (L.). — Schwimmblase, Knochenkapsel u. Weberscher Apparat von Nemachilus barbatulus Gthr. Yen. *Zeitschr. für Naturwiss*, S. 1-61.

1900. Morat (J. P.) et Doyon (M.). — *Traité de Physiologie*, IV, p. 61.

1900. Sidoriak (S.). — Przycz do kwestyi wrajemnego stozunku organu sluchu i pecherza plawnego u ryb piskovzowatych i karpiowatych. Kosmos.

1901. Thilo (O.). — Die Vorfahren der Schollen. *Bulletin de l'Académie Impériale des sciences* de Saint-Pétersbourg. Sér. 5, t. XIV, pp. 330-332. Saint-Pétersbourg.

1901. Tower (R. W.). — The Gas in the Swim-bladder of Fishes. *Bulletin of the United States Fish Commission*, vol. XXI, pp. 125-130. Washington.

1901. Gegenbaur (C.). — Von der Schwimmblase. *Vergleichende Anatomie der Wirbelthiere*, Bd II, S. 256-267. Leipzig.

1902. Göppert (E.). — Die Entwicklung der Schwimmblase, der Lunge, etc. O. Hertwig, *Handbuch der vergl. und exper. Entwicklungslehre der Wirbeltiere*, Bd II, Teil 1. S. 80-84. Jena.

1902. Piper (H.). — Die Entwicklung der Leber, Pankreas, Milz und Schwimmblase von Amia Calva. *Anatomischer Anzeiger, Ergänzungshefte*, Bd XXI, S. 24. Jena.

1903. Thilo (O.). — Die Entstehung der Schwimmblasen. Biologisches Centralblatt, Bd XXIII, pp. 528-540. Leipzig. *Arbeiten des Naturforscher-Vereins zu Riga*, Corr. Bl. 47, 1907. Riga.

1903. Jaeger (A.). — Die Physiologie und Morphologie der Schwimmblase der Fische. Inaugural-Dissertation. S. 1-73. *Separatabzug aus dem Archiv fur Physiologie*. Leipzig.
Bericht über die Senckenbergische naturforschende Gesellschaft in Frankfurt-am-Main, 1904. Frankfurt. *Naturwissenschaftliche Rundschau*, 1903, Jahrg. 18, S. 303-305. Braunschweig.

1903. Le Bianco (S.). — Le pesche abissali eseguite da F. A. Krupp col Yacht Puritan nelle adiacenze di Capri ed in alhe localita de Mediterraneo. *Mitteilungen aus der zoologischen Station zu Neapel*, Bd XVI, S. 234 f. Berlin.

1903. Rowntree (W. S.). — On some points in the visceral anatomy of the Choracinidae, with an enquiry into the relations of the ductus pneumaticus in the Physostomi generally. *Transactions of the Linnean Society of London*, Sér. 2, Vol. IX, pp. 57-78. London.

1904. Moser (F.). — Beiträge zur vergleichenden Entwicklungsgeschichte der Schwimmblase. *Archiv. fur Mikroskopische Anatomie und Entwicklungs*, Bd LXIII, S. 532-574, Taf. 22-25. Bonn.
Anatomischer Anzeiger, Bd XXIII. Jena. (Vorläuf-Mitteil.)

1904. Deineka (D.). — Zur Frage über den Bau der Schwimmblase. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*. Bd LXXVIII, S. 149-164, Taf. 829. Leipzig.

1904. Bridge (T. W.). — Fishes, exclusive of the systematic account of Teleostei. *The Cambridge Natural History*, vol. VII, pp. 291-292, 297-312, 337. London.

1904. Boulenger (G. A.). — Systematic Account of Teleostei. *The Cambridge Natural History*, vol. VII. London.

1904. Spengel (J. W.) — Ueber Schwimmblasen, Lungen und Kiementaschen der Wirbeltiere. *Zoologisches Jahrbuch*, Suppl. 7.

1904. Jaeger (A.). — Die Physiologie der Schwimmblase der Fische. *Biologisches Centralblatt*, Bd XXIV, S. 129-142. Leipzig.

1904. Bykowsky (L.), und Nusbaum (J.). — Beitrage zur Morphologie des parasitischen Knochenfisches Fierasser Cuv., I. Die Schwimmblase. *Bulletin international de l'Académie des sciences de Cracovie, Comptes rendus des séances*, Année 1904, pp. 409-424, pl. XI. Cracovie.

1904. Guyénot (E.). — Contribution à l'étude anatomique et physiologique

de la vessie natatoire des Cyprinidés, 40 p., 2 pl. En 1905. *C. B. Soc. Biol.* LVII, p. 794.

1905. Reis (C.) — Contribution à la morphologie des ossicules de Weber et de la vessie natatoire chez le Siluroides nebulosus. *Bull. d. Sc.*, Cracovie, pp. 220-228, 1 pl.

1905. Reis (C.) et Nusbaum (J.). — Zur Histologie der Gasdrüse in der Schwimmblase der knochenfiscge, zugleich ein Beitrag zur Trophospongienfrage. *Anatom. Anzeiger*, 27.

1905. Nusbaum (J.) et Reis (C.). — Anatomie und Physiologie des ovals. *Bulletin international de l'Académie des sciences de Cracovie. Comptes rendus des séances.* Année 1905, pp. 778-784. Cracovie.

1905. Janson. — Die Schwimmblase der Fische. *Natur und Haus.* Jahrg. 13, S. 113-114.

1906. Reis (C.) et Nusbaum (J.). — Weitere studien zur kenntris des Banes und der Funktion der Gasdruse und des Ovals in der Schwimmblase der Knochenfische (Ophididae, Percidae). *Anatom. Anzeiger*, 28, S. 177-191, 2 pl.

1906. Thilo (O.). — Die Luftwege der Schwimmblasen. *Zoolgischer Anzeiger*, Bd XXX, S. 1-14. Leipzig.

1907. Thilo (O.). — Das Schwinden der Schwimmblasen bei den Schollen. *Zoologischer Anzeiger*, Bd XXXI, S. 393-405. Leipzig.

1908. Baglioni (S.). — Zur Physiologie der Schwimmblase der Fische. *Zeitschrift fur Allgemeine Physiologie*, Bd VIII, Heft. 1, S. 1-80. Jena.

1908. Thilo (O.). — Die Bedeutung der Weberschen Knöchelchen. *Zoologischer Anzeiger*, Bd XXXII, S. 777-789. Leipzig.

1908. Beaufort (L. N. de). — De zwemblaas der Malacopterygii. *Akademisch Proefschrift*, pp. 1-132, pl. 1. Leiden.
Morphologisches Jahrbuch, 1909, Bd XXXIX, S. 526-644, Taf. 29. Leipzig.

1909. Guyénot (E.). — Les Fonctions de la vessie natatoire des Poissons téleostéens. *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique.* Sér. 7, t. XLIII, pp. 203-296, pl. 3.

SUR QUELQUES

ESPÈCES D'IXODIDÆ NOUVELLES OU INSUFFISAMMENT CONNUES

Par M. L.-G. NEUMANN
(DE TOULOUSE)

Ixodes elegans n. sp.

MALE. — Inconnu.

FEMELLE (non repue). — Corps ovale, à côtés subrectilignes, brun marron, long de 5 à 7 millimètres (rostre compris), large de 2 à 3 millimètres, un peu rétréci au niveau des stigmates. *Ecusson* ovale allongé, de $1^{mm},50$ à $1^{mm},65$ de long sur 1 millimètre à $1^{mm},14$ de large, les angles cervicaux saillants, les bords latéraux divergents dans un peu moins de leur tiers antérieur, puis faiblement convergents et réunis en arrière par un plein cintre; surface brun foncé, plus claire dans le champ médian, très brillante; sillons cervicaux superficiels, atteignant à peine le tiers postérieur; sillons latéraux vaguement indiqués par une crête rectiligne; ponctuations très discrètes, petites, plus nombreuses dans les champs latéraux, une rangée le long du bord cervical, portant des poils à peine visibles. *Face dorsale* revêtue de poils courts, très écartés; trace de sillon marginal; trois sillons longitudinaux superficiels. *Face ventrale* à poils un peu plus longs et plus nombreux. Pore génital en regard des hanches III (en raison du rôle du rostre dans la ponte et dans la fécondation, la distance du pore génital des Ixodidés au bord postérieur de la base ventrale du rostre est toujours égale à la longueur même du rostre). Anus éloigné du bord postérieur; sillons anaux longs, rectilignes, parallèles, réunis en cintre devant

l'anus. Péritrèmes un peu ovales, allongés dans le sens transversal, à granulations périphériques grandes, peu nombreuses, blanchâtres. — *Rostre* long (1^{mm},20, du bord postérieur dorsal au sommet de l'hypostome). Base dorsale pentagonale, à bords latéraux parallèles, les angles postérieurs (*cornes*) aigus, courts ; aires poreuses ovales, plus longues que larges, leur écartement à peine égal à leur petit diamètre ; à la face ventrale, en arrière de chaque palpe, une très petite saillie (*auricule*). Hypostome long, étroit à 3/3 files de 14-16 dents fortes, les files internes à peine plus courtes que les autres. Chélicères longues, grêles, à doigt multidenté, long de 210 μ ; deux apophyses dorsales (l'une subterminale, transversale, en croissant ; l'autre vers le tiers supérieur, longitudinale, à deux dents) ; apophyse ventrale presque aussi longue que le doigt, à huit dents successives. Palpes longs (1^{mm}), étroits, cultriformes, le premier article formant une pointe ventrale, avec une longue soie à la base ; le deuxième près de deux fois aussi long que le troisième ; le quatrième très court. — *Pattes* de longueur moyenne, brun marron. Hanches I à deux épines très écartées, un peu plates, l'interne un peu plus longue que l'externe ; une épine courte à l'angle postérieur externe des autres hanches. Deuxième article simplement renflé à l'extrémité distale, surtout à la première paire. Tarses de longueur moyenne, un peu bossus près de l'extrémité (presque en escalier); caroncules grandes, larges, épaisses, atteignant presque l'extrémité des ongles.



Fig. 1. — *Ixodes elegans* ♀. — I, rostre et écusson; II, doigt de la chélicère gauche, face dorsale : III, palpe en profil ventral.

Femelle *repue* longue de 9^{mm}, large de 7^{mm}, épaisse de 5^{mm}, régulière ou piriforme.

D'après 14 ♀, dont 2 repues, prises sur *Pudua humilis*, au Chili (Coll. E. Porter, du Muséum de Paris).

Ixodes elegans ♀ sera déterminé par l'emploi du tableau suivant :

1 { Sillon anal prolongé en arrière de l'anus. — 2.
{ Sillon anal formant un cercle autour de l'anus.

2 { Sillon anal à branches divergentes ou parallèles. — 3.
{ Sillon anal à branches bien convergentes.

3 { Hanches I à épine interne courte ou nulle. — 4.
{ Hanches I à épine interne très longue.

4 { Hanches I à épine interne. — 5.
{ Hanches I sans épine interne.

5 { Écusson dorsal plus long que large. — 6.
{ Écusson dorsal aussi large ou plus large que long.

6 { 1er article des palpes sans épine dirigée en avant. — 7.
{ 1er article des palpes formant une épine interne dirigée en avant .... *I. auritulus.*

7 { Base du rostre avec auricule. — 8.
{ Base du rostre sans auricule.

8 { Base du rostre à angles dorsaux saillants (cornes). — 9.
{ Base du rostre sans cornes .... *I. loricatus.*

9 { Auricules fortes ; 1er article des palpes sans pointe ventrale.
{ Auricules à peine visibles; 1er article des palpes à pointe ventrale .... *I. elegans.*

Aponomma Pattoni n. sp.

MALE. — Corps subquadrangulaire, à côtés un peu convexes, le bord postérieur presque rectiligne, un peu moins long ($2^{mm},2$, rostre non compris) que large ($2^{mm},4$, au niveau des stigmates). *Ecusson* couvrant toute la face dorsale, glabre ; sillons cervicaux très courts et en forme de fossettes allongées ; pas de sillons marginaux ; festons bien indiqués, un peu plus larges que longs, sauf les extrêmes; ponctuations nombreuses, la plupart grandes, inégales, plus petites et rares dans le tiers médian et sur les festons, abondantes à la périphérie ; couleur brun rougeâtre, un peu plus claire au milieu et le long des bords latéraux. *Face ventrale* blanc jaunâtre, à ponctuations nombreuses, irrégulières, dont la plupart portent un poil très court; festons apparents au bord postérieur. Pore génital large, en regard des hanches II. Péritrèmes grands, en virgule allongée, à fond blanchâtre, l'extrémité recourbée vers la face dorsale, en avant du dernier feston et limitant l'angle postérieur. — *Rostre* étroit, long de $0^{mm},73$; base dorsale deux

fois aussi large que longue, les côtés parallèles et un peu convexes, les angles postérieurs peu saillants. Doigt des chélicères long de 240 µ; apophyse dorsale transversale, à long manche; apophyse ventrale à une seule dent forte. Hypostome spatulé, à nombreux denticules antérieurs, à 3/3 files longitudinales de 6-7 dents, décroissant de dehors en dedans, suivies de denticules squamiformes. Palpes longs, le deuxième article atténué à la base et deux fois aussi long que le troisième. — *Pattes* moyennes, brun rougeâtre. Hanches I à deux épines aiguës, noirâtres (l'externe plus grande, plus longue que large; l'interne ponctiforme); hanches II, III et IV à une seule épine, semblable à l'externe de I. Tarses courts, épais, la partie distale deux fois aussi longue que la proximale, à bosse subterminale à peine formée, l'extrémité brièvement atténuée; un petit éperon terminal; caroncule ne dépassant pas le tiers basilaire des ongles.

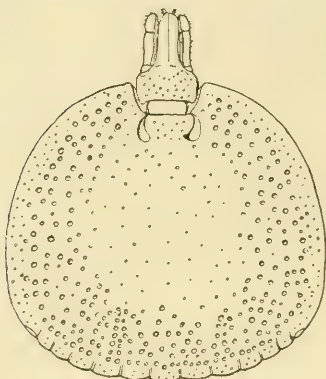


Fig. 2. — *Aponomma Pattoni* ♂. — Face dorsale.

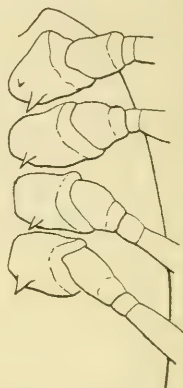


Fig. 3. — *Aponomma Pattoni* ♂. — Hanches I-IV.

Femelle. — Inconnue.

D'après 7 ♂ recueillis sur un serpent indéterminé, à Saidapet (Indes Anglaises), par le Dr W. S. Patton (1907).

Aponomma Pattoni est très voisin d'*A. quadratum* Cooper et Robinson. Ce dernier s'en distingue par sa taille un peu plus grande, sa teinte plus foncée, les ponctuations de l'écusson plus fines, les poils ventraux plus longs et abondants, le rostre relativement plus long et plus large, les épines des hanches

aussi larges que longues, à sommet arrondi, celles des hanches I presque égales entre elles.

Je crois utile de donner ici, à l'occasion de cette nouvelle espèce, un tableau synoptique de toutes les formes d'*Aponomma*, en ce qui concerne les mâles.

1	Écusson dorsal dépourvu de sillons marginaux. — 2.	
	Écusson dorsal pourvu de sillons marginaux. — 11.	
2	Écusson dorsal à peu près aussi long que large. — 3.	
	Écusson dorsal bien plus large que long.	*A. transversale.*
3	Écusson dorsal à ponctuations nombreuses. — 4.	
	Écusson dorsal à ponctuations rares, superficielles, peu visibles.	*A. læve.*
4	Écusson dorsal à taches claires, métalliques, verdâtres. — 5.	
	Écusson dorsal sans taches métalliques. — 7.	
5	Écusson dorsal à 5-9 taches. Hypostome à 3/3 files de dents. — 6.	
	Écusson dorsal à 2 taches. Hypostome à 4/4 files de dents.	*A. simplex.*
6	Écusson dorsal à 5 taches.	*A. Gervaisi.*
	Écusson dorsal à 9 taches.	*A. exornatum.*
7	Hypostome à 2/2 files de dents.	*A. Oudemansi*
	Hypostome à 3/3 files de dents. — 8.	
	Hypostome à 4/4 files de dents.	*A. ecinctum.*
8	Tarses II, III, IV sans bosse dorsale subterminale bien formée. — 9.	
	Tarses II, III, IV à bosse dorsale très apparente.	*A. crassipes.*
9	Hanches I à 2 épines inégales. — 10.	
	Hanches I à 2 épines très courtes, égales.	*A. ochraceum.*
10	Hanches I à épine interne presque aussi longue que l'externe.	*A. quadratum.*
	Hanches I à épine interne presque nulle.	*A. Pattoni.*
11	Tarses sans bosse. Hypostome à 4/4 files de dents. Écusson dorsal concolore, brun rougeâtre.	*A. trachysauri*
	Tarses à bosse dorsale subterminale. Hypostome à 3/3 files de dents. — 12.	
12	Écusson dorsal à taches rougeâtres, à sillon marginal peu profond.	*A. decorosum.*
	Écusson dorsal brun rougeâtre, sans taches, à sillon marginal profond.	*A. concolor.*

Rhipicephalus planus n. sp.

MALE. — Corps ovale, large, long de 4 à 5mm (rostre compris), large de 2mm,6 à 3mm,5 au niveau des stigmates. *Ecusson dorsal* plat ou un peu concave, brun châtain, plus clair dans le milieu, sans tache, peu brillant, dépassé par l'abdomen sur les côtés et surtout en arrière dans les plus gros individus. Sillons cervicaux courts, profonds, étroits, en forme de fossettes; sillons marginaux peu profonds, très larges, arrêtés à

la limite postérieure du pénultième feston, creusés de ponctuations peu nombreuses et inégales, commençant à peu de distance en arrière des yeux. Ponctuations clairsemées, subégales, petites, peu profondes, manquant presque dans le tiers postérieur chez les gros individus, presque complètement chez les petits; pas de sillons dans la partie postérieure. Yeux très plats, moyens, jaunâtres, marginaux. Festons à séparations larges, croissant en longueur des extrêmes au médian, qui est aussi plus large, chacun (chez les gros individus surtout) prolongé par la bordure abdominale, ce prolongement très long sur le feston médian, un peu moins sur ses deux voisins. *Face ventrale* irrégulièrement brun jaunâtre, peu ridée, à ponctuations superficielles, à poils courts et très distants. Anus vers le quart antérieur des écussons adanaux, qui sont courbes, larges en avant, plus larges en arrière, le bord externe très convexe, l'interne formant un angle obtus en regard de l'anus, puis très concave, puis rectiligne et s'unissant à angle aigu avec le bord postérieur; celui-ci un peu concave en son milieu, formant à chaque extrémité une pointe obtuse; écussons externes à pointe large, chitineuse. Péritrèmes en virgule, à pointe rétro-dorsale, à fond blanchâtre. — *Rostre* long de $0^{mm},85$ à $0^{mm},95$. Base dorsale deux fois aussi large que longue, avec 3 à 5 ponctuations, les angles latéraux vers le tiers antérieur de la longueur et peu saillants, les pos-

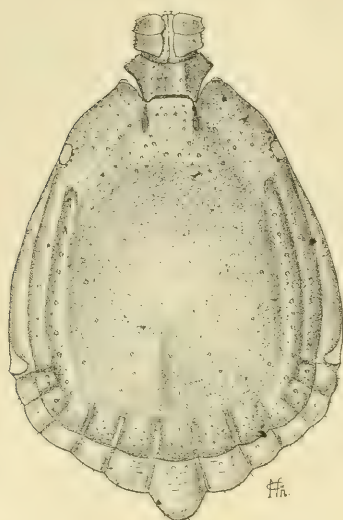


Fig. 4. — *Rhipicephalus planus* ♂. — Face dorsale.



Fig. 5. — *Rhipicephalus planus* ♂. — Extrémité postérieure de la face ventrale.

térieurs (cornes) larges et peu saillants. Chélicères à doigt large, long de 150 μ ; apophyse dorsale subterminale, transversale, à deux dents égales ; apophyse ventrale à deux dents inégales, la terminale faible, la suivante très forte. Hypostome un peu spatulé, à granulations terminales très nombreuses, à 3/3 files de 9 dents égales. Palpes conformes au type, à premier article visible, deuxième et troisième de même longueur, plus longs au bord dorsal interne qu'à l'externe, chacun environ deux fois aussi large que long. — *Pattes* fortes, longues, brun marron foncé. Hanches I fortes et longues, leur sommet antérieur un peu visible à la face dorsale, la lacune des deux épines ne dépassant pas le milieu ; au bord postérieur des autres hanches, une épine externe aussi large que longue ; à IV, le bord postérieur concave et donnant à l'angle interne la forme d'une épine analogue à l'externe. Tarses moyens, à deux éperons terminaux consécutifs.



Fig. 6. — *Rhipicephalus planus* ♂. — Doigt de la chélicère gauche, face dorsale (× 155).

Femelle. — Corps ovale, long de 5mm, large de 3mm. *Écusson dorsal* plus large (1mm,75) que long (1mm,50) profondément échancré pour recevoir le rostre, à contour peu sinueux, brun marron foncé ; sillons cervicaux profonds à leur origine, puis à peine apparents ; sillons latéraux en relief net, prolongés presque jusqu'au bord postérieur ; ponctuations discrètes, petites, un peu plus grandes sur le champ médian et les reliefs latéraux ; yeux comme chez le ♂. *Face dorsale* presque glabre ; deux courts sillons antérieurs ; trois sillons postérieurs plus nets, plus longs, égaux entre eux ; un sillon marginal encore visible, ainsi que les séparations des festons. *Face ventrale* glabre ; sillons ordinaires ; vulve en regard des hanches II ; péritrèmes presque circulaires, avec un prolongement rétro-dorsal très court et obtus. — *Rostre* long de 1mm,05. Base dorsale comme chez le ♂ ; aires poreuses petites, un peu

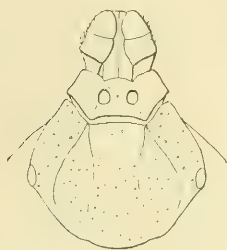


Fig. 7. — *Rhipicephalus planus* ♀. — Rostre et écusson.

ovales, à peine plus longues que larges, parallèles, leur écartement égal à leur grand diamètre. Hypostome comme chez le ♂. Palpes plus longs, le premier article plus apparent. — *Pattes* plus grêles. Hanches à épines plus faibles, surtout à II, III et IV. Tarses plus longs.

D'après 6 ♂ et 1 ♀, recueillis en 1907 « sur un Sanglier mort », par le docteur Gravot, dans le Cameroun Sud, bassin de l'Ivindo (Muséum de Paris).

Le tableau suivant servira à reconnaître *Rh. planus* :

Male.

1 { Yeux plats. — 2.
  { Yeux hémisphériques, orbités.
2 { Écusson dorsal pourvu de sillons marginaux. — 3.
  { Écusson dorsal sans sillons marginaux.
3 { Écusson dorsal concolore, brun. — 4.
  { Écusson dorsal blanc et noir .... *R. pulchellus.*
4 { Écussons adanaux à bord postérieur concave. — 5.
  { Écussons adanaux à bord postérieur droit ou convexe.
5 { Écussons adanaux triangulaires .... *R. Duttoni.*
  { Écussons adanaux non triangulaires. — 6.
6 { Écussons adanaux à bord postérieur très échancré, à bord interne droit ou peu concave. — 7.
  { Écussons adanaux à bord postérieur à peine concave, à bord interne très concave .... *R. planus.*
7 { Écussons adanaux à épine interne plus longue, plus aiguë. *R. armatus.*
  { Écussons adanaux à épine externe plus longue, plus aiguë.. *R. tricuspis.*

Femelle.

1 { Yeux plats. — 2.
  { Yeux hémisphériques, orbités.
2 { Écusson dorsal brun ou brunâtre. — 3.
  { Écusson dorsal blanc.
3 { Écusson dorsal en ovale allongé, plus long que large.
  { Écusson dorsal en ovale court, ou aussi large ou plus large que long. — 4.
4 { Écusson dorsal pas plus large que long.
  { Écusson dorsal plus large que long .... *R. planus.*

Argas delicatus n. sp.

Corps ovale allongé, plus étroit en avant, plat, brun rouge brique, glabre, long de 6^{mm}, large de 3^{mm} dans le quart postérieur. Bordure formée de plis très fins, large de 100 μ à la face dorsale et de 150 μ à la face ventrale. Tégument chagriné plus finement que dans toute espèce connue. *Face dorsale* concave (par dessiccation). Scutelles nombreuses, petites, non

contiguës, disposées comme dans les autres espèces ; la file médiane occupe près de la moitié de la longueur, en comprend 16 à 18 écartées (sauf 2 ou 3) et disparaît vers $0^{mm},5$ du bord postérieur. Les scutelles périphériques sont très écartées les unes des autres. — *Face ventrale* avec la même

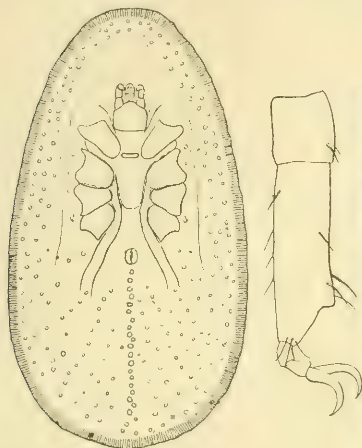


Fig. 8. — *Argas delicatus.* — Face ventrale et tare IV.

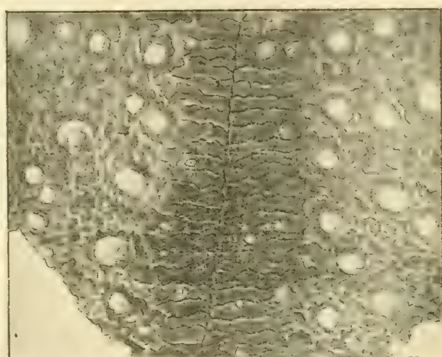


Fig. 9. — *Argas delicatus.* — Tégument en regard de la région stigmatique : à droite, face ventrale ; à gauche, face dorsale (× 70).

scutellation ; la file ano-marginale semblable à la file médiane dorsale. Anus ovale, situé un peu en arrière du milieu de la longueur. Péritrèmes petits, en croissant. — *Rostre* à base plus large que longue. Chélicères ? Hypostome à 2/2 (?) files de dents, avec denticules antérieurs. Palpes petits, recourbés en dessous. — *Pattes* longues, grêles. Hanches I à peine écartées de II ; II, III et IV contiguës. Deuxième article cylindrique, plus long que large ; les autres un peu plats d'un côté à l'autre ; troisième, quatrième et cinquième un peu plus larges à l'extrémité distale. Tarses longs, avec une petite saillie à l'origine de la terminaison en talus ; IV cinq fois aussi longs que larges.

D'après une ♀ recueillie à Karachar (Asie Centrale) par le docteur L. Vaillant en 1909 (Muséum de Paris).

Le tableau suivant place *A. delicatus* dans la série du genre.

1 { Corps à côtés convexes, sans pointe antérieure. — 2.
  { Corps à côtés rectilignes, avec pointe mousse antérieure.

2 { Corps ovale. — 3.
  { Corps discoïde.. *A. vespertilionis.*

3 { Bordure à plis étroits. — 4.
  { Bordure à festons rectangulaires .... *A. persicus.*

4 { Tégument à plis très apparents.
  { Tégument à plis très fins. — 5.

5 { Scutelles des files médianes presque toutes contiguës.
  { Tarses IV quatre fois aussi longs que larges.......... *A. Hermanni.*
  { Scutelles des files médianes presque toutes distantes.
  { Tarses IV cinq fois aussi longs que larges............ *A. delicatus.*

Ixodes Schillingsi Nn.

Cette espèce a été établie en 1901 (1) d'après une douzaine de femelles et de nymphes recueillies par Schillings, dans l'Afrique orientale allemande, sur un *Colobus caudatus* (Museum de Berlin). Le mâle restait inconnu, comme c'est le cas pour un trop grand nombre d'espèces d'*Ixodes*. La collection du Muséum de Paris m'a fourni l'occasion d'étudier les caractères du mâle, grâce à trois spécimens recueillis en Mozambique (province de Gorongoza) par G. Vasse en 1907. Il s'agit de 2 ♀ et 1 ♂ accouplé à l'une d'elles. Les femelles sont un peu mutilées dans leur rostre; elle reproduisent exactement tous les caractères que j'ai attribués à *Ixodes Schillingsi*, sauf leur taille, qui est de 7^{mm} de longueur (rostre compris) sur 4^{mm} de largeur, au lieu de $4^{mm},3$ (rostre non compris) sur $3^{mm},5$. La comparaison des ♀ de Mozambique avec celles qui sont dans ma collection et qui me viennent de M. Schillings ne laisse aucun doute sur l'identité. Je complète donc ici la description de l'espèce par celle du mâle.

MALE. — Corps ovale, long de $2^{mm},30$ (rostre compris), plus large ($1^{mm},38$) vers le milieu de la longueur en avant des stigmates. *Écusson dorsal* brun marron, peu brillant, convexe, glabre, laissant à découvert, sur les côtés et en arrière, un bourrelet marginal, large de $0^{mm},13$ environ et revêtu de poils très courts, dont il est séparé par un sillon profond; pas de festons postérieurs; sillons cervicaux douteux; ponctuations très nombreuses, subégales, grandes, manquant seulement sur trois petits espaces dans le tiers postérieur; deux dépressions symétriques, chargées de ponctuations, dans

(1) G. NEUMANN, Revision de la famille des Ixodidés, 4e mémoire (*Mém. de la Soc. zoolog. de France*, XIV, p. 288; 1901.

le milieu de la longueur; échancrure cervicale profonde et angles cervicaux saillants. *Face ventrale* plane, à poils espacés et très courts. Pore génital large, en regard du second espace intercoxal. Ecusson génito-anal pentagonal, étroit en avant, plus long (0^{mm},89) que large (0^{mm},72); écusson anal petit (en raquette), formant un cercle ouvert en arrière, où il se prolonge par un appendice quadrangulaire; écussons adanaux grands, à bord antérieur droit, l'externe (convexe) et l'interne (concave) réunis en pointe en arrière; des ponctuations moyennes et peu profondes sur tous les écussons. Péritrèmes grands, ovales, plus longs que larges. — *Rostre* foncé, court (0^{mm},5), à base dorsale pentagonale et aussi large que longue; les bords latéraux un peu divergents en avant, terminés par l'insertion des palpes; le bord postérieur rectiligne, sans angles saillants. Face ventrale portant une auricule aiguë en arrière de l'insertion de chaque palpe; entre les auricules, le bord postérieur est anguleux; l'ensemble est comme tricuspide. Chélicères à doigt fort, long de 135 μ; apophyse dorsale longue de 65 μ, parallèle au doigt, à 2 dents, l'une basilaire, l'autre apicale, avec une petite pointe ventrale; apophyse ventrale un peu plus longue, finement denticulée au sommet, à 2 grosses dents, l'une subapicale, l'autre basilaire. Hypostome court, large, à 6 rangées transversales de 6 à 8 dents arrondies, croissant d'avant en arrière et de dehors en dedans, plus et de chaque côté une grande dent basilaire aussi longue que l'ensemble qui précède. Palpes courts, larges à la face dorsale; le 2e article plus large que long, à peine aussi long que le 3e. — *Pattes* brun marron, de

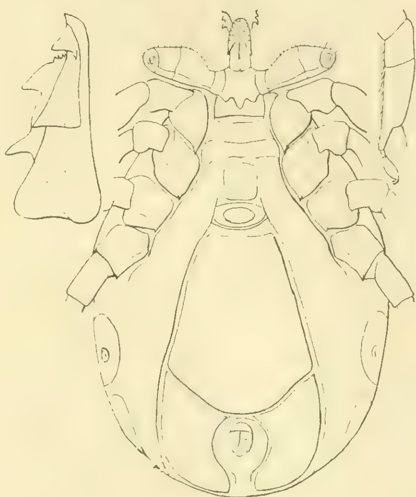


Fig. 10. — *Ixodes Schillingsi* (♂). — Face ventrale. — A gauche, doigt de la chélicère gauche, face ventrale. A droite, tarse IV.

longueur croissant dans l'ordre II, III, I et IV; IV très longues, dépassant le bord postérieur par leurs deux derniers articles. Hanches contiguës, un peu imbriquées, tranchantes à leur bord postérieur; I triangulaires, avec une très petite épine postéro-interne; II et III subcarrées, avec une semblable épine interne; IV un peu plus longues que larges, avec même épine près de l'angle postéro-externe. Tarses longs, surtout I et IV, sans saillie terminale, mais rétrécis brusquement à quelque distance de l'extrémité (en escalier); caroncule presque aussi longue que les ongles.

Ixodes Schillingsi se rapproche surtout d'*Ixodes pilosus*. Les formes ♂ se distingueront en ce que *Ixodes pilosus* a l'écusson anal en fer à cheval, largement ouvert, et l'écusson dorsal creusé de ponctuations fines; tandis que, chez *Ixodes Schillingsi*, l'écusson anal est en forme de raquette, presque fermé en arrière, et les ponctuations de l'écusson dorsal sont grandes et profondes.

Ixodes angustus Nn. et **Ixodes loricatus** Nn.

En 1899 (1), sous le nom d'*Ixodes angustus*, j'ai décrit une femelle mutilée (le rostre réduit à sa base et les pattes réduites aux hanches), recueillie aux États-Unis par C. Curtice sur un *Neotoma occidentalis*, de Shoshone Falls Idaho. Deux ans plus tard, j'ai complété (2) cette première description en utilisant deux autres femelles recueillies par C. Berg à Buenos Aires sur un *Didelphys azarai*.

J'ai eu l'occasion de revoir récemment ces deux derniers spécimens, plus complets que le premier, mais déformés par les manipulations de la récolte. L'examen que j'en ai fait et leur comparaison avec les femelles d'*Ixodes loricatus* m'ont contraint de reconnaître qu'il n'y a pas de dissemblances essentielles entre *Ixodes angustus* et *Ixodes loricatus*. Les caractères spécifiques principaux sont communs à l'un et à l'autre. Les différences trouvées dans la forme de l'écusson

(1) G. Neumann, Revision de la famille des Ixodidés, 3e mémoire (*Mém. de la Soc. zoolog. de France*, XII, p. 136; 1899).
(2) G. Neumann, *Id.*, 4e mémoire (*Ibid.*, XIV, p. 284; 1901).

dorsal et des aires poreuses doivent être mises au compte de la déformation que les types d'*Ixodes angustus* ont éprouvée.

Il y a donc lieu de réunir ces deux espèces en une seule. Comme les deux noms sont de même date et que *Ixodes loricatus* représente l'espèce complète (mâle et femelle) et figurée par des types nets, je crois convenable de donner la préférence au nom d'*Ixodes loricatus*.

Hæmaphysalis calcarata Nn.

Cette espèce a été établie en 1902 (1) d'après 5 ♂ et une nymphe pris sur un Écureuil rayé (*Spermosciurus* sp.) en Abyssinie, par Hilgert (coll. von Erlanger-Neumann), la femelle étant inconnue. Je complète la description de l'espèce d'après un lot comprenant 2 ♂ et 8 ♀ (dont 3 plus ou moins repues), pris aussi sur un Écureuil dans le Soudan Égyptien à Rosérès (haut Nil Bleu), par Ch. Alluaud, en 1906 (Muséum de Paris).

FEMELLE (à jeun). — Corps ovale, long de $2^{mm},2$ à $2^{mm},8$ (rostre compris), plus large ($1^{mm},2$ à $1^{mm},3$) vers le milieu de la longueur. *Écusson* ovale, un peu plus long ($0^{mm},84$) que large ($0^{mm},75$), brun jaunâtre, brillant, glabre, à sillons cervicaux superficiels et étendus jusqu'au tiers postérieur, sans sillons latéraux, à ponctuations fines, inégales, peu nombreuses. *Face dorsale* brun vineux, glabre, avec sillons latéraux et onze festons postérieurs; mêmes ponctuations qu'à l'écusson. *Face ventrale* brun jaunâtre ou rougeâtre, glabre, avec les mêmes festons et les mêmes ponctuations. Pore génital en ovale longitudinal, à peu près en regard de l'intervalle des hanches II et III. Sillons génitaux écartés, rejoints au niveau des stigmates par le sillon anal.

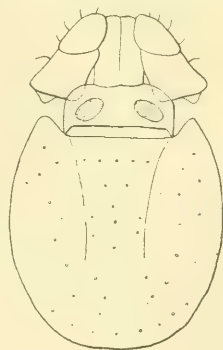


Fig. 11. — *Hæmaphysalis calcarata* ♀. — Rostre et écusson.

(1) L.-G. NEUMANN, Notes sur les Ixodidés, I (*Arch. de parasitologie*, VI, p. 113; 1902).

Péritrèmes petits, blanchâtres, subcirculaires, un peu anguleux du côté dorsal, à granulations nombreuses. — *Rostre* court ($0^{mm},33$). Base rectangulaire, deux fois aussi large que longue, les angles postérieurs (cornes) à peine saillants ; aires poreuses petites, ovales, obliques (rapprochées en avant), latérales, leur écartement supérieur à leur grand diamètre. Chélicères à doigt long de 100 μ ; apophyse dorsale terminale, à 2 dents égales ; apophyse ventrale longue de 55 μ, à 2 dents fortes, l'apicale coiffée d'un appendice quadridenté. Hypostome court, à 4/4 files de 7-8 dents subégales, sans denticules antérieurs ni postérieurs. Palpes plus longs que larges ; le 1er article indistinct ; le 2e à angle externe saillant, aigu, à bord postérieur dorsal rectiligne, le ventral pourvu d'une épine plus longue que large et qui en occupe la moitié externe, l'interne avec 5 soies barbelées ; le 3e avec 3 soies semblables et leur faisant suite, plus une forte épine rétrograde au bord postérieur. — *Pattes* semblables à celles du ♂.



Fig. 12. — *Hæmaphysalis calcarata* ♀. — Doigt de la chélicère gauche, face ventrale ; palpe gauche, face ventrale.

Femelle repue longue de 4 à 6^{mm}, large de $2^{mm},5$ à $3^{mm},7$.

H. calcarata peut être placé ainsi dans le tableau synoptique des *Hæmaphysalis* ♀ :

1 { Palpes à 2e article saillant en dehors vers son tiers postérieur ou non saillant.
Palpes à 2e article saillant en dehors par son bord postérieur. — 2.

2 { 3e article des palpes à épine ventrale nulle ou très petite.
3e article des palpes à épine ventrale forte. — 3.

3 { 2e article des palpes sans saillie rétrograde au bord postérieur.
2e article des palpes avec 1 ou 2 saillies rétrogrades au bord postérieur. — 4.

4 { 2e article des palpes avec 2 saillies rétrogrades.
2e article des palpes avec 1 saillie rétrograde (ventrale)..... *H. calcarata*.

Hæmaphysalis spinigera Nn.

En 1897 (1), j'ai rattaché à *Hæmaphysalis cornigera* Neum., un mâle rapporté de Judée par Roux et appartenant au

(1) L.-G. Neumann, Revision de la famille des Ixodidés, 2e mémoire (*Mém. de la Soc. zoolog. de France*, X, p. 352 ; 1897).

Muséum d'histoire naturelle de Paris. J'ai pu examiner de nouveau ce spécimen, qui est d'ailleurs en mauvais état, perforé par le passage d'une épingle et mutilé des articles mobiles des deux paires de pattes postérieures. J'ai reconnu que, en réalité, il appartient à l'espèce voisine, *H. spinigera* Neum. Il faisait, sans doute, partie du même lot que les trois femelles de la même collection que j'ai étudiées en 1901 (1) et rapportées à *H. spinigera*.

Amblyomma decoratum C. L. Koch et **A. furcosum** Nn.

Amblyomma decoratum a été décrit et figuré par C. L. Koch d'après un spécimen ♂ des îles Philippines et j'en ai complété la description d'après 5 ♂ recueillis aux mêmes îles par G. Semper et appartenant au Muséum de Hambourg (2). Plus tard, examinant au Muséum de Berlin la collection Koch, j'y ai trouvé 3 ♂ déterminés comme *A. decoratum*, indiqués comme originaires de « Manila-Luzon » et semblables aux 5 ♂ de Semper. Un autre ♂, originaire aussi de Manille, était étiqueté *Amblyomma fimbriatum* Koch et justifie l'assimilation que j'avais proposée d'*A. fimbriatum* à *A. decoratum* (3). J'ai examiné dernièrement un autre ♂ du Muséum de Paris, recueilli sur un *Varanus salvator* d'origine inconnue. Tous ces matériaux ne faisaient connaître *A. decoratum* que sous la forme ♂.

Amblyomma furcosum Neum. a été établi d'après 2 ♀ prises sur un *Python reticulatus*, à Java; elles appartiennent au Muséum de Berlin (4). M. le professeur Cor. Parona m'a obligeamment envoyé une autre ♀ recueillie sur un *Varanus salvator* à Padang (Sumatra). Ces éléments, peu nombreux, établissent que *A. furcosum* est connu uniquement sous la forme ♀.

(1) L.-G. Neumann, *ib.*, 4e mémoire (*Ibid.*, XIV, p. 264; 1901).

(2) C. L. Koch, *Arch. f. Naturg.*, X (1), p. 230; 1844. — Id., *Arachnidensystem*, IV, p. 94; pl. XVIII, fig. 67; 1847. — L.-G. Neumann, Revision de la famille des Ixodidés, 3e mémoire (*Mém. de la Soc. zoolog. de France*, XII, p. 245; 1899).

(3) L.-G. Neumann, Revision de la famille des Ixodidés, 4e mémoire (*Mém. de la Soc. zoolog. de France*, XIV, p. 251 et 304; 1901).

(4) L.-G. Neumann (*Ibid.*, p. 299; 1901).

Or, M. le professeur G. Nuttall m'a envoyé en communication un lot de 4 ♂ et 2 ♀, qu'il avait déterminé *Amblyomma decoratum* et qui avait été recueilli à Java, sur un *Varanus salvator*, par M. Koningsberger.

Les 4 ♂ correspondent exactement à *A. decoratum*; les 2 ♀ à *A. furcosum*. Les 4 ♂ et les 2 ♀ appartiennent certainement à la même espèce. Il faut en conclure que *A. furcosum* est la forme ♀ d'*A. decoratum* et tombe en synonymie. D'ailleurs, les spécimens ♂ et ♀ que j'ai énumérés plus haut ont une origine qui appuie cette identification.

MONSTRUOSITÉ COMPLEXE

CHEZ UN FOETUS HUMAIN

Par MAGNAN et PERRILLIAT

Nous avons eu l'occasion d'observer au cours d'un accouchement gémellaire un cas très rare de tératologie qui paraît sans précédent dans la littérature obstétricale.

Le premier enfant expulsé, du sexe masculin, pesait 1800 grammes. Il a fait quelques mouvements d'inspiration et a succombé environ une demi-heure après la section du cordon. Ce fœtus se présentait avec les caractères normaux d'une grossesse de six mois à six mois et demi.

Un second fœtus fut extrait après ponction d'une poche volumineuse de liquide ascitique empêchant l'expulsion spontanée. C'était un monstre pesant avec le liquide de son ascite 1700 grammes et ne présentant ni bras ni tête. On eût dit un ventre distendu au bas duquel se trouvaient deux jambes présentant des malformations.

Les conditions dans lesquelles le placenta a été extrait n'ont pas permis de reconstituer les membranes. Nous avons constaté une seule masse placentaire du poids d'environ 500 grammes sur laquelle s'inséraient, bien séparés, à 10 centimètres l'un de l'autre, les deux cordons. Le monstre ne présentait aucune trace de macération. Il a donc vécu de la vie intra-utérine jusqu'à l'expulsion.

Ce monstre, qui a la forme d'une masse globuleuse mesurant 16 centimètres sur 14, rappelle assez bien un œuf d'autruche dont le petit bout porterait deux membres inférieurs. Sa longueur totale est de 25 centimètres. Le fait caractéristique est l'absence totale de la tête et des bras. La peau a extérieurement un aspect

normal sauf sur les jambes où elle est brun foncé et plus résistante par suite d'infiltration et de formation d'une bosse séro-sanguine.

Si l'on examine la face ventrale du fœtus, on constate, au milieu de cette sorte de ventre distendu, un petit espace résistant ; tout le reste est mou et s'enfonce sous le doigt. Au centre, au contraire, on a la sensation de deux apophyses longitudinales entre lesquelles se trouve une petite bourse gaufrée en forme de morille et reliée à la peau par un petit pédoncule. Cette bourse occupe juste le milieu de la masse globuleuse ; un centimètre en dessous se trouve le cordon ombilical. Au-dessus de la bourse existe une touffe de poils dont l'examen microscopique nous a montré la parfaite identité avec le cheveu.

Au bas de la masse ovoïde du fœtus, s'allongent deux jambes entre lesquelles on distingue une verge de forme spéciale. Elle se compose d'une sorte de gland allongé et sort par étranglement d'un demi-anneau ou bourrelet conjonctif placé à sa partie supérieure. Cette verge mesure $2^{cm},2$ de long. L'ouverture du canal urétral en forme de croissant est nettement latérale à 3 millimètres de l'extrémité.

Les membres inférieurs sont très intéressants à étudier. La jambe droite est plus courte et semble de prime abord avoir peu d'analogie avec une jambe d'enfant. Mais, à l'examen, on reconnaît toutes les articulations qui jouent normalement. Les os de la jambe, tous en place, ne présentent aucune malformation. Seul le pied est renversé au dehors. Le talon est relativement entier, mais le pied proprement dit n'existe pas ; un moignon le remplace sur lequel s'implantent quatre doigts en forme de boule. La jambe droite mesure 10 centimètres ; le fémur a 4 centimètres et le tibia 5. L'épiphyse inférieure du fémur présente des centres d'ossification. Tout le reste est cartilagineux.

La jambe gauche est un peu plus longue que la droite. Elle mesure $11^{cm},5$: $4^{cm},5$ pour le fémur et 6 centimètres pour le tibia. On dirait la jambe d'un cavalier avec le pantalon bouffant et la guètre. Le pied est ici un peu plus complet. Il est tourné en dedans et affecte la forme d'une coque de navire. Il se termine par un seul doigt.

La partie postérieure du monstre n'offre rien de bien parti-

culier, à part deux lignes de plissements longitudinales de chaque côté d'un plan médian résistant autour duquel tout est déprimable par le doigt. A la partie inférieure de la masse globuleuse, se trouve une fissure spinale ou spina bifida très nettement constituée. Un anus existe entre cette fissure et la verge.

Ne pouvant, malgré un long palper, nous douter de ce que nous trouverions à l'intérieur de la masse globuleuse du monstre, nous avons ouvert le fœtus sur le côté par une incision de quelques centimètres. Il est à signaler que la peau, très épaisse, mesurait presque 1 centimètre et avait l'aspect lardacé. Elle recouvrait une cavité remplie de liquide ascitique citrin. Un examen rapide nous montra que nous étions au milieu d'un sac sacculé par de nombreuses parois radiantes. En forme de fer a cheval, il entourait sur les côtés et à la partie supérieure une masse dure centrale sur laquelle la peau adhérait dans les régions dorsale et ventrale. Ce sac était divisé en des loges multiples par de nombreuses cloisons conjonctives qui reliaient à la peau la partie dure centrale.

En découvrant cette masse dure, nous nous aperçumes de suite que nous nous trouavions en présence de l'embryon proprement dit. Celui-ci formait une masse allongée de 9 centimètres de long sur $4^{cm},5$ de large. Il adhérait à la peau par ses faces ventrale et dorsale et baignait sur les côtés dans le liquide ascitique du sac en fer à cheval. Encore une fois, nous fûmes frappés de l'absence totale de la tête et des bras. On distinguait très nettement une cage thoracique, une colonne vertébrale, un bassin. En dessous de la cage thoracique, un intestin remplissait toute la cavité abdominale de l'embryon proprement dit.

Cet intestin s'ouvrait normalement à sa partie inférieure par un anus et se terminait à sa partie supérieure par un cul-de-sac. Il mesurait 23 centimètres de long ; son diamètre était à peu près uniformément de 4 millimètres. Il présentait à 15 centimètres de l'anus un appendice vermiculaire coudé long de $1^{cm},3$ et large de 3 millimètres. Cet appendice normal s'ouvrait dans le cœcum assez près de la valvule iléo-cœcale.

Cinq centimètres plus haut, entre l'appendice et le cul-de-sac

terminal, se trouvait un second cœcum de 1^cm^,3 de long sur 4 millimètres de large. Ce cœcum tubulaire débouchait presque en face du canal cholédoque, et comme, de plus, il n'y avait pas de pancréas différencié, nous le considérons comme l'ébauche avortée de cet organe.

Non plus que de pancréas, il n'y avait d'estomac, d'œsophage, de pharynx, ni de bouche.

Avec l'intestin, un autre organe se disputait la place prépondérante dans l'embryon : c'était le foie. Celui-ci était volumineux, violacé. Une seule masse le composait, mais elle prenait la forme d'un cœur à pointe dirigée vers le haut. Il mesurait 3 centimètres de haut sur 2^cm^,7 de large, occupait la place des poumons et, garnissant l'intérieur de toute la cage thoracique, reposait par adhérence sur un tissu spongieux verdâtre. Il n'y avait pas de vésicule biliaire. Un canal cholédoque partant de la partie inférieure du foie, le reliait à l'intestin, près du diverticule signalé plus haut.

Cet embryon ne présentait ni diaphragme, ni poumons, ni trachée. Une dernière chose était à signaler dans la cavité abdominale : c'était la présence de deux testicules blanchâtres, ovalaires, de 6 millimètres de long sur 4 de large. Ils occupaient la place des reins et étaient reliés à la verge chacun par un canal qui traversait l'anneau inguinal.

Il n'y avait ni reins, ni vessie urinaire.

Le monstre présentait un caractère anatomique important : l'absence totale de cœur. Cette anomalie, ajoutée à l'absence de nombreux organes, avait fait subir à l'appareil circulatoire de grandes modifications. Entre le placenta et le foie, l'état du système circulatoire était sensiblement normal. La veine ombilicale amenait au foie le sang artérialisé par le placenta, après avoir reçu la veine mésentérique. Avant d'arriver au foie, la veine ombilicale se séparait en deux troncs. L'un envoyait à la glande hépatique de nombreux rameaux, tandis que l'autre se prolongeait au delà et donnait naissance aux artères intercostales, vertébrales et peaucières. Ces dernières appellent une description propre. L'une d'elles, la plus conséquente, sortait de la partie supérieure de la cage thoracique et irriguait la membrane médiane antéro-postérieure du sac. De chaque côté de la

cage thoracique, s'échappaient trois artérioles qui se rendaient aux autres cloisons du sac et à la peau.

A son entrée dans le monstre, le sang qui venait du placenta ne se rendait pas intégralement au foie ; une partie passait dans un vaisseau qui allait irriguer les membres inférieurs. Le sang cheminait dans ce vaisseau, qui n'est autre que la veine cave inférieure, en sens inverse de sa direction naturelle. Par les capillaires le sang revenait dans un vaisseau correspondant à l'aorte. Il y suivait deux directions inverses. Il descendait normalement de la partie supérieure du corps afin de se rendre au placenta par l'artère ombilicale, tandis qu'il remontait des membres inférieurs en sens inverse de ce qui se passe ordinairement. Tout ceci étant le résultat de l'absence du cœur, la circulation dans tout le système était sans doute assurée à travers le placenta commun par le cœur du fœtus jumeau.

L'étude du squelette ne nous a, pour la colonne vertébrale, la cage thoracique et le bassin, révélé rien de particulier, si ce n'est que le tiers supérieur des vertèbres ne présentait pas d'apophyses épineuses. Par contre, il faut noter l'absence totale de la ceinture scapulaire : nous n'avons trouvé trace ni des clavicules, ni des omoplates, ni des membres supérieurs.

Les sept vertèbres cervicales, ainsi que la tête, manquent. Entre la première vertèbre dorsale et la suture antérieure de la première paire de côtes se logeait une masse cartilagineuse en forme de pyramide triangulaire basse, sous-jacente aux cheveux dont nous avons parlé plus haut. Doit-on voir là l'esquisse avortée d'une tête? Les coupes histologiques nous ont montré un tissu cartilagineux et rien de plus.

Le système nerveux central était rempli de sérosité et communiquait au dehors par la fissure spinale. La moelle semblait en complète dégénérescence graisseuse. A la hauteur de la première vertèbre dorsale naissait de chaque côté de la colonne vertébrale, chacun par deux racines, un nerf qui par de nombreuses branches entrait en connexion avec la peau et les cloisons conjonctives du sac.

Quelle explication donner à une telle monstruosité ?

A notre avis, il y a eu, tout à fait au début du développement, prolifération rapide de l'ectoderme à partir de la ligne

médio-dorsale de l'embryon. Les cellules de l'ectoderme, en se multipliant plus rapidement que celles des autres tissus, ont formé un sac qui est venu enserrer la partie antérieure de l'embryon, la comprimant et empêchant par suite la tête et la ceinture scapulaire de se développer. La bourse gaufrée située au milieu de la face ventrale du monstre est la fermeture de ce capuchon, qui a gêné l'évolution du tronc de l'embryon. Celui-ci n'a pu en effet grandir dans les mêmes proportions que les membres inférieurs.

L'avortement de la tête a amené d'autres complications.

On conçoit en effet fort bien que le capuchon proliféré par l'ectoderme ayant empêché la formation de tout l'arc cérébro-spinal et par conséquent de la tête, tous les organes qui se forment dans cette région n'aient pu se développer. Ceci explique très bien l'absence de la bouche, de l'œsophage, de l'estomac, des poumons et du cœur. De plus, ce sac n'est pas sans analogie avec le manteau des Tuniciers ou la cavité péribranchiale de l'Amphioxus.

Une telle simplification de l'organisme ne pouvait permettre à ce monstre, qui a cependant survécu quelques instants à son expulsion, que de vivre la vie gémellaire intra-utérine.

RÉPARTITION ET SIGNIFICATION DES GLANDES CUTANÉES
CHEZ LES BATRACIENS

Par MARIE PHISALIX

La plupart des Batraciens possèdent d'une manière permanente deux catégories de glandes cutanées, dont la taille, la répartition, la structure et la sécrétion se montrent, pour ainsi dire, opposées.

Les unes, petites, nombreuses, toujours isolées, sont disséminées uniformément sur toute la surface, où leurs pores épidermiques forment un fin piqueté régulier. Seeck les a comparées aux glandes sudoripares des Mammifères, parce qu'à la moindre excitation elles entrent en jeu, et déversent une abondante rosée qui mouille aussi l'animal et le fait glisser des mains ou des instruments qui le saisissent.

On les appelle *petites glandes* ou plus fréquemment *glandes muqueuses*. Leur sécrétion paraît avoir des propriétés assez constantes chez les Batraciens où nous l'avons étudiée jusqu'ici (Salamandridæ, Amblystomidæ, Ranidæ, Discoglossidæ, Pelobatidæ, Bufonidæ) : c'est un venin paralysant comme le venin de vipère, et dont l'activité est parfois aussi grande que celle de ce dernier (1, 2).

(1) C. Phisalix, *Action physiologique du venin de Salamandre du Japon. Atténuation par la chaleur et vaccination de la grenouille contre ce venin* (C. R. Soc. de Biol. XLIX, p. 723, 1897).

(2) Mme Phisalix, *Action physiologique du venin muqueux du Discoglossus pictus* (*en commun avec M. G. Dehaut*) (Bull. du Mus. XIV, p. 302, 1908). — *Action physiologique du venin muqueux des Batraciens, et en particulier des Discoglossidæ* (*Ibid*). — *Action physiologique du venin muqueux d'un Batracien anoure le Pelobates Cultripes* (*en commun avec M. G. Dehaut*) (C. R Soc. de Biol. LXVI, p. 285, 1909). — *Action physiologique du mucus des Batraciens sur ces animaux eux-mêmes et sur les Serpents; cette action est la même que celle du venin de la vipère* (C. R. Ac. des Sc., CL, p. 415, 1910).

Les glandes de la seconde catégorie sont toujours plus grosses que les précédentes; elles ont, au minimum, un diamètre quatre à cinq fois supérieur; elles sont moins nombreuses, forment, pour la plupart, des groupements saillants (verrues, pustules...) et affectent une répartition particulière qu'on observe déjà chez la larve, et qui fera surtout l'objet de ce travail.

Le produit de leur sécrétion est laiteux; il doit cette apparence à de fines granulations arrondies, qui renferment les principes immédiats générateurs de leurs substances toxiques.

Celles-ci sont spécifiques pour les Batraciens qui jusqu'ici ont été étudiés à ce point de vue : c'est ainsi que la salamandrine se comporte comme la strychnine, et la bufotaline comme la digitaline. C'est toujours de ces glandes qu'il s'agit dans les auteurs qui parlent de glandes venimeuses, car la plupart d'entre eux n'ont pas établi de distinction entre les deux sortes de sécrétions, ou ont refusé tout pouvoir toxique à la sécrétion muqueuse.

Ces glandes sont donc indifféremment désignées sous les noms de *glandes venimeuses*, terme qu'il faut, comme on le voit, rejeter, parce qu'il prête à l'équivoque, *grosses glandes*, *glandes granuleuses*, *glandes spécifiques*, désignations qui, tout en rappelant un de leurs caractères, suffisent amplement à les distinguer des premières.

Il existe encore une troisième catégorie de glandes cutanées différant des deux autres par leur structure et les rapports étroits qu'elles affectent avec les *excroissances nuptiales* de beaucoup d'Anoures. Elles représentent, du moins pour la plupart, la portion permanente et quelquefois unique de ces productions ; telles sont, par exemple, les glandes brachiales du Pélobate cultripède (pl. V, fig. 16 *a*) qui pourraient, à ne considérer que leur aspect extérieur, simuler des parotoïdes aberrantes, si les fins pores externes de leurs canaux excréteurs étaient plus distincts, et si elles n'étaient l'apanage exclusif des individus mâles.

Ce sont elles qui forment, par leur groupement, ces bourrelets saillants qu'on rencontre à la base du pouce des crapauds et des grenouilles mâles, et qui, recouverts par les aspérités

cornées de l'épiderme, sont transformés, pour un temps, en pelotes d'adhérence (pl. VIII, fig. 24 *a* et 24 *b*).

On ne leur connaît effectivement pas d'autre fonction que de favoriser la fixation de la femelle pendant l'accouplement.

Il n'en est pas de même pour les glandes des deux premières catégories, dont les fonctions paraissent multiples et indépendantes les unes des autres, ce que nous montrera mieux encore l'étude de leur répartition, et la prédominance variable des unes et des autres suivant les types considérés.

Les glandes muqueuses, comme nous l'avons vu, toujours petites et uniformément disséminées, semblent représenter l'élément glandulaire fondamental de la peau, car dans beaucoup de types d'Anoures et d'Urodèles (*Sirena*, *Amphiuma*, *Hyla*, *Rana*, *Pelobates*...) elles ont une prédominance marquée sur les glandes granuleuses; chez le *Proteus anguinus*, Batracien serpentiforme des cours d'eau souterrains des Alpes de Carinthie, de Carniole et de Dalmatie, il n'en existe même pas d'autres.

Leur fonction principale est liée à l'entretien de la perméabilité cutanée, et par conséquent aux échanges osmotiques : c'est donc une fonction de la nutrition et de la respiration, indispensables à l'individu. Elles servent aussi à la défense ; mais dans la mesure où, en savonnant, pour ainsi dire, la peau de l'animal, elles lui permettent de fuir plus aisément ; et même, en quelques cas, de rebuter l'assaillant par son action irritante et sternutatoire, comme chez le Triton et l'Alyte. Mais ce n'est là qu'un moyen peu répandu, d'une part, car le mucus n'a, chez beaucoup de Batraciens, ni saveur ni odeur appréciables ; il est même chez quelques-uns (Grenouille rousse, Protée) totalement dépourvu de toxicité ; d'autre part, ce moyen est inefficace vis-à-vis des animaux qui ne goûtent ni ne flairent leur proie, et qui ont, comme certains oiseaux, un bec faisant l'office de pince à forcipressure, ou, comme les Serpents et les Poissons, des dents disposées en une sorte de herse dont les crochets, recourbés en arrière, retiennent solidement l'animal capturé.

Si les glandes muqueuses ne sont que secondairement adaptées à la défense, les glandes granuleuses, au contraire, paraissent, au premier abord, y être exclusivement destinées : la grande

toxicité de leur produit et sa saveur très amère, qui fait souvent lâcher prise à l'ennemi, leur localisation presque constante sur la face dorsale du corps qui, tout au moins chez les Batraciens terrestres, est la plus exposée, apportent des arguments sérieux à cette manière de voir.

Mais l'un de ces arguments a été, indirectement, il est vrai, fortement battu en brèche par C. Phisalix ; car en étudiant le fonctionnement des glandes granuleuses, il a montré combien la mise en liberté de leur produit est difficile, soustrait même à la volonté ; il a mis en évidence, d'autre part, la prépondérance de leur sécrétion interne, fait important, et qui a comme corollaire l'utilisation du venin par l'animal lui-même.

Quant à la répartition dorsale des glandes granuleuses, est-elle primitivement déterminée par la nécessité de la défense ?

L'étude de cette répartition va nous le montrer.

A ne considérer que les Urodèles et les Anoures, il serait assez difficile de discerner pourquoi chez ceux qui sont aquatiques, aussi bien que chez ceux qui vivent sur le sol, on observe les mêmes dispositions, et pourquoi leurs principaux groupes glandulaires manifestent des rapports de position si constants avec les myomères.

L'étude des Batraciens apodes, que nous avons pu faire grâce aux collections du Muséum de Paris et à des dons particuliers de M. G. A. Boulenger, du British Museum, et de M. Ch. Gravier, du Muséum de Paris, va nous renseigner.

Dissémination primitive des glandes granuleuses sur tout le pourtour de chaque segment cutané chez la plupart des Apodes écailleux, et leur localisation progressive sur la face dorsale en fonction de la régression des écailles.

Chez les Apodes, la peau est toujours lisse et nue, striée seulement dans le sens transversal par des sillons séparant des anneaux légèrement saillants, qui se répètent uniformémen depuis la tête jusqu'à l'extrémité postérieure du corps, brusquement interrompue à une courte distance de l'anus.

Les sillons sont nombreux ; ils atteignent 400 et quelquefois plus, dans certaines espèces. Ils forment, pour la plupart, des

anneaux complets, fermés sur la ligne médiane, séparant primitivement les segments cutanés correspondant aux myomères (pl. II, fig. 1 *d*).

Entre ces sillons primitifs, viennent parfois s'intercaler, dans la région postérieure du corps, d'autres sillons disposés, soit en anneaux complets comme les premiers, soit simplement en arcs plus ou moins ouverts.

On sait que le groupe des Apodes est divisé en deux sous-ordres d'après le caractère tiré de la présence ou de l'absence d'écailles dermiques (pl. II, fig. 6 ; pl. III, 6 *a*, *b*, *c*). Celles-ci impriment à la distribution des glandes une disposition particulière, qui est réalisée chez l'*Ichthyophis glutinosus*.

Sur les sujets de taille moyenne, on peut, à l'aide d'une loupe, distinguer nettement la régularité de répartition sur chacun des anneaux successifs, en examinant sous une certaine incidence la région de la bande claire latérale, où les chromoblastes noirs, n'existant pas, ne peuvent former d'écran absorbant.

On constate que la peau de chaque anneau, aussi bien sur la face ventrale que sur les flancs et le dos, est percée de pores glandulaires dont on distingue, par transparence même, les acini : les uns, assez gros et opaques, occupant d'avant en arrière la plus grande partie de la largeur de l'anneau, sont ceux des glandes granuleuses ; les autres, plus petits et demi-translucides, formant un semis entre les précédents sur la presque totalité de la surface de l'anneau, appartiennent aux glandes muqueuses.

On voit, en outre, que la région postérieure de l'anneau est bordée par une ou deux rangées d'écailles cycloïdes (pl. I, fig. 1-6).

Une coupe longitudinale et verticale de la peau montre que les écailles, disposées sur deux rangs chez les individus jeunes, s'étendent obliquement, d'avant en arrière et de la profondeur vers la surface, depuis la couche compacte du derme jusque sous l'épiderme, découpant ainsi le corps spongieux en logettes losangiques qui contiennent les glandes (pl. I, fig. 16). Les glandes muqueuses, en raison de leurs faibles dimensions, ne subissent aucune modification du fait de la direction et de la présence des écailles ; leurs acini occupent leur position habi-

tuelle sous l'épiderme jusqu'au-dessus des plans écailleux ; mais les acini des glandes granuleuses, volumineux et allongés en cylindres dont le fond arrondi arrive au contact de la couche compacte du derme, suivent l'inclinaison générale de la logette, qu'ils remplissent presque entièrement (pl. II, fig. 1 *b*). Il en résulte une localisation apparente de ces glandes dans la région antérieure et moyenne de chaque anneau quand on les examine par transparence, mais, en réalité, une diffusion totale, puisque leurs acini s'étendent sur presque toute la largeur de l'anneau. Ainsi « *chez les Batraciens apodes du genre Ichthyophis* (*et il en est de même pour ceux du genre Herpele*), *les glandes muqueuses et les glandes granuleuses sont disséminées sur tout le pourtour de chaque anneau cutané, terminé postérieurement par un double cercle d'écailles cycloïdes* ».

Chez l'*Hypogeophis rostratus*, l'extrémité terminale arrondie du corps conserve la même configuration générale que dans les deux genres précédents, et il en est de même aussi chez tous les Apodes écailleux, quel que soit le degré de réduction des écailles dans les autres régions du corps : les glandes et les écailles occupent le tour complet de l'anneau, avec un développement maximum (pl. II, fig. 1 *c* et 2 *b*) ; mais au fur et à mesure que l'on remonte vers la région antérieure, *les écailles disparaissent sur la région ventrale* ; d'abord réduites en nombre et en surface sur la moitié postérieure du ventre (extrémité terminale mise à part), elles disparaissent totalement dans la moitié antérieure, tandis que les glandes granuleuses conservent leur développement et leur égale répartition sur tout le pourtour de chaque anneau (pl. II, fig. 2 *a*).

Chez les Cœcilies, et en particulier chez la *Cœcilia tentaculata*, on observe la même réduction des écailles ; mais en même temps une réduction en nombre et en volume des glandes granuleuses sur les face ventrale et latérale (pl. II, fig. 3) : c'est le premier stade de la localisation des glandes granuleuses, qui devient plus marquée encore dans les genre Dermophis et Ureotyphlus.

Chez le *Dermophis thomensis*, en particulier, dont la peau est dépourvue de chromoblastes noirs, et où la répartition des glandes est facilement observable, on aperçoit à l'œil nu, à

travers l'épiderme, le fin semis translucide des glandes muqueuses, ainsi que les ponctuations opaques plus grosses, formées par les acini des glandes granuleuses. Les écailles sont trop petites pour être aperçues autrement que sur des coupes, sauf sur l'extrémité terminale du corps ; mais on voit par ces deux modes d'exploration que la disparition des écailles a entraîné non plus seulement la réduction, mais la disparition totale des glandes granuleuses sur la face ventrale. A la limite de séparation des deux faces, sur les flancs, on aperçoit bien encore quelques acini de glandes granuleuses, mais leur absence est complète sur la face ventrale (pl. II, fig. 4).

La section verticale et longitudinale du dos montre, en outre, qu'il y a une prédominance très grande des glandes granuleuses, qui sont disposées sur six à huit rangs sur chaque anneau, en avant des écailles, disposées elles-mêmes en trois rangées chez l'adulte. Les acini des plus grosses glandes sont orientés obliquement comme les plans écailleux ; mais toutefois moins inclinés et moins aplatis dans le sens vertical que chez les Ichthyophis et les Hypogeophis.

Lorsque les écailles dorsales disparaissent à leur tour, comme dans le genre *Siphonops* (pl. II, fig. 5), les glandes granuleuses conservent leur localisation dorsale et myomérique, telle qu'on l'observe chez tous les autres Apodes. Or cette disposition est exactement celle que l'on rencontre chez certains Urodèles à membres grêles et rudimentaires, tels que l'*Amphiuma means* et la *Sirena lacertina*, et même chez quelques Anoures, comme le *Pelobates cultripes*. On voit donc par là que les genres *Hypogeophis*, *Cœcilia*, *Dermophis et Ureotyphlus* représentent les chaînons par lesquels le type réalisé par les genres *Ichthyophis* et *Herpele*, type qui semble, *a priori*, être une exception dans la classe des Batraciens, et qui, en réalité, est le type primitif normal, se trouve relié, par l'intermédiaire des Apodes non écailleux, aux Urodèles et aux Anoures à peau complètement lisse, mais dont les glandes granuleuses, toutes de dimensions sensiblement égales, et toutes isolées les unes des autres, se trouvent localisées sur la face dorsale du corps.

La localisation des glandes granuleuses s'est donc effectuée très

précocement, et a suivi, chez les Batraciens apodes, la régression progressive des écailles dermiques.

Le fait que tous les Apodes ont le même genre de vie terricole, exposant également toutes les parties de leur corps aux mêmes atteintes, montre bien aussi que la nécessité de la défense n'a pas influencé la localisation, car, en fait, elle est, à ce point de vue, plus nuisible qu'utile, puisqu'elle réduit la cuirasse venimeuse à un bouclier restreint ; et il en est de même chez les Batraciens des autres ordres, dont un grand nombre sont aquatiques, et dont beaucoup d'autres, parmi ceux qui ont des habitudes terrestres, sont obligés de faire des séjours périodiques dans l'eau au moment de l'accouplement ou de la ponte. On sait, en effet, qu'à ce moment les femelles sont fréquemment victimes des insectes aquatiques ou des sangsues qui leur dilacèrent la paroi abdominale.

Où intervient le processus de défense, ce n'est donc pas dans la localisation dorsale des glandes granuleuses, mais dans leur développement hypertrophique compensateur, qui les amène à se fusionner en groupes divers tels que les parotoïdes, les pustules, les verrues, les bourrelets, dont nous allons grouper les principales modifications.

Modifications secondaires dans le volume et le groupement des glandes granuleuses chez les Batraciens anoures et chez les Urodèles (parotoïdes, pustules, verrues, plis et lignes glandulaires.)

Lorsque les glandes granuleuses conservent des dimensions uniformes et modérées par rapport aux glandes muqueuses, ainsi qu'on l'observe chez les Apodes et beaucoup d'Anoures et d'Urodèles, la peau du dos et des flancs demeure aussi fine et aussi régulièrement unie que celle de la face ventrale ; mais quand les glandes granuleuses grossissent, leur pore excréteur devient très visible, ce qui permet de distinguer aussitôt les soulèvements dus à ces glandes de ceux qui sont purement cutanés. Tout en conservant leur faible développement, les glandes granuleuses peuvent cependant se grouper, se localiser plus étroitement encore, suivant des lignes déterminées et

des surfaces toujours symétriques par rapport au plan médian, et conservant, dans la plupart des cas, leurs relations étroites avec les segments cutanés correspondant aux myomères.

Lignes et bourrelets glandulaires.

Chez un bizarre Batracien aglosse de l'Amérique du Sud, le *Pipa americana*, vulgairement appelé Crapaud de Surinam, il existe ainsi deux lignes glandulaires sur chaque moitié de la face dorsale du corps : l'une externe et large, qui borde le flanc ; l'autre interne, rapprochée de la ligne médiane (pl. III, fig. 7). En outre, de petites papilles cornées, disséminées sur tout le corps, sont pourvues à la base d'une grosse glande granuleuse.

Chez le *Leptobatrachium Fee*, de Birmanie, les lignes glandulaires, au lieu d'être droites, sont disposées suivant deux arcs, l'un antérieur, l'autre postérieur, à convexité tournée vers le milieu du dos. Deux paires d'arcs latéraux complètent le dessin (pl. III, fig. 8).

Chez le *Ceratophrys cornuta* (pl. III, fig. 9), ces lignes forment un V dorsal, ouvert en avant, et qui est accompagné par des lignes obliques de papules oblongues ; il en est de même chez l'*Otolyphus margaritifer* ou *Bufo typhonius* (pl. IV, fig. 10).

Chez l'*Alytes obstetricans*, la peau dorsale est finement granuleuse, et il existe en arrière de l'œil une ligne glandulaire qui se prolonge sur chaque flanc jusqu'au pli de flexion du membre postérieur (pl. X, fig. 37).

Ces lignes deviennent plus saillantes chez les représentants du genre Salamandra : la *Salamandra maculosa* et la *Salamandra atra* sont ainsi pourvues sur la ligne médiane dorsale de deux cordons contigus de glandes disposées en série linéaire, comme on l'observe déjà chez leurs larves (pl. V, fig. 14, 15). Chez le *Tylotriton verrucosus*, cette zone glandulaire est même développée en un véritable bourrelet saillant et élargi par l'hypertrophie des glandes qui sont voisines du plan médian (pl. V, fig. 16).

Surfaces et saillies glandulaires (parotoïdes, pustules...)

Dans d'autres cas, les glandes granuleuses se groupent en surface au lieu de se grouper en séries linéaires. C'est ainsi que chez les *Molge alpestris* et *Cristata* (pl. V, fig. 12, 13) il existe

en arrière de l'œil sur les régions supéro-postérieures de la tête ou parotidiennes, une zone glandulaire dont les pores excréteurs sont déjà distincts à l'œil nu, sans que le derme sous-jacent soit néanmoins très épaissi. C'est la première ébauche de ce que la plupart des auteurs appellent improprement glande parotide, en raison de sa localisation spéciale, mais que nous appellerons, avec les auteurs anglais, *parotoïde*, pour ne pas prêter à la confusion avec la glande parotide des Vertébrés supérieurs.

Cette disposition se dessine mieux, et s'accentue quand les glandes grossissent assez pour confluer latéralement, comme chez le *Molge poireti*, le *Tylotriton verrucosus* et le *Pachytriton breviceps*. Elle se complète chez le *Molge montana*, où les parties latérales du cou forment relief et deviennent des parotoïdes saillantes, dont le développement est comparable à celui qu'on observe chez les espèces du genre Salamandra.

Les mêmes stades se renouvellent chez les différentes espèces du genre Amblystomum.

C'est ainsi que les espèces *A. opacum*, *Jeffersonianum*, *Tenebrosum*, et *Texatum* sont totalement dépourvues de groupements parotoïdes, alors qu'il en existe chez les espèces *A. punctatum*, *Paroticum* et *Tigrinum*.

De plus, chez ces derniers animaux, ainsi que chez le *Molge cristata* et le *Plethodon oregonensis*, la face dorsale de la queue, à partir du cloaque, se montre plus riche en glandes granuleuses que la région dorsale de la tête et du tronc (pl. VI, fig. 17, 18).

Cette localisation particulière serait, d'après *Marian et Hubbard* (1) exactement en relation avec la défense, du moins chez le Pléthodon qui, mis en tête à tête avec les serpents qui s'en nourrissent, comme le Diadophis amabilis, leur présentent toujours et ostensiblement la queue, ainsi qu'en témoignent des instantanés pris par les auteurs.

Parmi les Urodèles, les représentants de la plupart des familles des *Sirenidæ*, des *Proteidæ*, des *Amphiumidæ* sont dépourvus de parotoïdes ; dans la famille des *Salamandridæ* même, toute une

(1) Marian et Hubbard, *Correlated protective devices in some California Salamanders*. — Berkeley, *Univ. of Calif, public* (*Zool.*, vol. 1 p. 157 à 170. pl. 16, 1903).

sous-famille, celle des *Plethodontidæ*, est dans le même cas ; les parotoïdes s'esquissent et se constituent graduellement dans les genres *Amblystomum* et *Molge*, et ne deviennent constantes que dans le genre *Salamandra* (pl. V, fig. 14).

Il en est à peu près de même chez les Anoures, où, s'il existe des familles qui en sont totalement dépourvues, elles peuvent prendre chez d'autres un développement tel qu'elles impriment à l'animal une apparence particulièrement intimidante.

Il en est ainsi chez le *Bufo marinus* de l'Amérique du Sud, qu'on appelle encore Crapaud agua ou Épaule armée pour rappeler l'extension et le volume de ses parotoïdes (pl. VII, fig. 20). Notre *Bufo vulgaris* est lui aussi assez bien pourvu (pl. VII, fig. 21), et comme développement intermédiaire, nous pouvons placer celui du *Bufo cruentatus* de Java, qui possède, de chaque côté, deux parotoïdes, l'une située sur le cou, l'autre sur l'épaule, groupes qu'il suffirait de supposer réunis pour passer à la disposition réalisée chez le Crapaud agua.

En supposant prolongée en arrière, le long des flancs, cette énorme masse parotoïdienne et scapulaire, on arrive au bourrelet glandulaire d'un Hylidæ grimpeur du Brésil, la *Phyllomedusa bicolor*, chez laquelle ce massif s'étend, en s'amincissant graduellement, depuis l'angle postérieur de l'orbite jusqu'au voisinage de l'aine (pl. VIII, fig. 24).

Les amas parotoïdiens, ordinairement ovoïdes ou en demi-lune, ont généralement leur grand axe dirigé longitudinalement d'avant en arrière ou légèrement oblique ; c'est le cas réalisé chez les espèces précédentes, ainsi que chez les *Bufo arenarum* et *Walliceps* (pl. VIII, fig. 25 et 26).

Exceptionnellement cette direction change et devient complètement transversale, comme chez les *Bufo peltocephalus* et *asper* (pl. VII, fig. 22, 23).

Des groupements, affectant la disposition absolument symétrique des parotoïdes se rencontrent parfois sur les membres : c'est ainsi que chez *Bufo viridis* et *B. calamita*, il existe, outre les parotoïdes typiques, une paire de massifs glandulaires sur la face antérieure du mollet et de l'avant-bras.

La région parotidienne, limitée au cou, et son prolongement,

plus ou moins étendu en arrière, sont le lieu d'élection le plus fréquent des amas glandulaires volumineux : nulle part on ne trouve, en effet, des massifs atteignant des proportions aussi énormes que les parotoïdes de certaines espèces du genre Bufo.

La région qui prolonge en arrière la parotoïde chez l'Agua et la Phylloméduse est d'ailleurs déjà très indiquée dans le genre Salamandra, où elle présente tous les stades du développement progressif des glandes qui aboutit à leur confluence.

Chez la *Salamandra maculosa*, on trouve effectivement, sur la région dorso-latérale du dos, entre l'épaule et le membre postérieur, en superposition avec chaque côte, une zone arrondie où une dizaine de glandes sont hypertrophiées.

Par les soulèvements qu'elles déterminent elles exagèrent la saillie des myotomes (pl. V, fig. 14).

Sur les individus mâles, ou sur les femelles en dehors de la période de gestation, on distingue facilement ce double cordon symétrique, formé d'autant de saillies qu'il y a de côtes entre la région scapulaire et le pli de flexion du membre postérieur.

Il suffit que ce développement s'exagère pour que l'on ait la ligne de grosses pustules qui occupent la même position chez la *Salamandra atra* et le *Tylotriton verrucosus* (pl. V, fig. 15 et 16).

De plus, chez le Pleurodeles ou *Molge Waltlii*, un des plus gros tritons connus, les tubercules glandulaires latéraux, marqués par une tache claire, sont souvent traversés par l'extrémité de la côte correspondante, de sorte que l'on sent autant de piquants acérés qu'il y a de côtes, quand on manie l'animal à rebours.

La symétrie myomérique se conserve encore lorsque le nombre des pustules latérales se réduit comme chez un phanéroglosse du Chili, le *Cystignathus Bibroni*, où il existe sur chaque flanc une énorme pustule glandulaire, complètement noire et encerclée de blanc.

Dans l'espèce voisine, le *Cystignatus ocellatus*, les flancs sont recouverts de larges pustules circulaires, qu'une ligne glandulaire longitudinale, limitée au tronc, sépare de la région médiane du dos, qui est lisse.

Les pustules, dont on peut par compression, comme pour les parotoïdes, faire sourdre la sécrétion laiteuse, ont donc primitivement une disposition myotomique et symétrique par rapport au plan médian; chez beaucoup de crapauds, il reste une indication manifeste de cette disposition, surtout pour celles qui sont les plus voisines de la ligne médiane dorsale (*Bufo agua*, *Bufo viridis*...) et de la ligne des flancs; mais entre celles-ci la disposition semble, la plupart du temps, moins régulière, soit à cause du moindre développement de quelques groupes, soit par la fusion de quelques autres; ainsi chez le *Bombinator maximus* du Chili, la face dorsale du corps et des membres est irrégulièrement recouverte par des amas glandulaires, presque aussi volumineux que ses parotoïdes (pl. IX, fig. 28), mais de formes et de dimensions variables.

Chez l'*Anaxyrus melancholicus*, les groupements glandulaires, parotoïdiens, ceux du dos et des membres présentent la particularité d'être recouverts par de petites papilles cornées dont chacune coiffe une glande granuleuse. Quand ces papilles sont enlevées, on aperçoit les acini glandulaires groupés par trois à huit, comme les œufs dans un nid (pl. IX, fig. 29).

Il est à remarquer que ces divers groupements localisés sont déjà indiqués chez les larves, car ce sont leurs bourgeons glandulaires qui apparaissent les premiers, comme j'ai pu le voir, notamment, en suivant le développement de la salamandre terrestre, où on observe, de plus, une corrélation topographique marquée entre les lignes ou surfaces glandulaires et les organes du sixième sens.

Les groupements glandulaires (parotoïdes ou pustules), s'ils sont déjà indiqués chez les larves, ne se rencontrent généralement bien développés que chez les Batraciens adultes, notamment chez les Bufonidæ et les Salamandridæ.

Cependant il faut signaler quelques exceptions qui, pour être rares, n'en sont que plus suggestives : les têtards de certains ranidæ d'Asie, de *Rana alticola* des Indes, de *Rana Afghana* des Hymalaya, de *Rana curtipes* de Malabar, sont pourvus, de chaque côté, sur le bord dorsal antérieur, de grandes plaques ovales glandulaires, dont on distingue nettement les pores épider-

miques (1). De grosses glandes granuleuses à canaux excréteurs bien distincts forment la partie dominante de ces amas glandulaires. Nous n'y avons trouvé que de rares glandes muqueuses.

Celui de *Rana alticola* possède en outre une autre bande linéaire analogue sur la région médiane postérieure du dos, vers la base de la queue.

Ces groupements sont encore distincts sur le jeune animal récemment transformé, puis régressent plus ou moins rapidement, et sont remplacés, à l'état adulte, par deux replis glandulaires latéraux assez longs, et par deux plus petits s'étendant chacun depuis l'arrière du tympan jusqu'à l'épaule (pl. IX, fig. 30 *a*, *b*, *c*). On ne sait encore rien de précis sur la signification de ces glandes, non plus que sur leur sécrétion ; marquent-elles, en même temps qu'une accélération embryogénique, un stade de la disparition des parotoïdes chez les Ranidæ ; elles sont formées comme je l'ai vérifié des mêmes éléments glandulaires que les lignes qui les remplacent chez les adultes ; leur sécrétion est-elle ou non venimeuse ? autant de questions qui n'ont pas encore été résolues.

Saillies a la fois cutanées et glandulaires (plis, veines, poils).

Dans les diverses modifications que nous venons d'examiner, les reliefs de la peau sont dus bien plus au grand développement des acini glandulaires qu'à l'hypertrophie de ses propres couches. L'épiderme, à peine épaissi par rapport aux régions voisines, est soulevé soit en plateau, soit en cônes pustuleux à large base, plus ou moins volumineux, plus ou moins dressés, tandis que le derme est semblablement refoulé par le fond des acini, de manière à faire une légère saillie sur la face interne du tégument.

Mais dans bon nombre de cas, la peau tout entière est soulevée en papilles ou en plis, dans lesquels le développement des acini glandulaires se fait d'autant mieux qu'ils échappent à la pression des plans musculaires sous-jacents.

(1) Voir dans le catalogue des Batraciens de G.-A. Boulenger : *Batrachia Salentia*, p. 63.

Les saillies plus ou moins circulaires, plus ou moins pédiculées, qui se distinguent des pustules en ce qu'elles résultent du soulèvement du derme en papilles, s'appellent plus spécialement des *verrues* ; ces papilles soulèvent à la fois les glandes et l'épiderme, tout en ménageant les rapports des unes et des autres.

Les verrues, on le comprend, sont souvent plus volumineuses que les pustules. Celles que l'on voit border les flancs de la *Salamandre du Japon* ou *Megalobatrachus maximus*, atteignent aisément la taille d'un petit pois (pl. VI, fig. 19), tandis que d'autres sont réduites, suivant les espèces, à la grosseur d'un grain de mil, ou moins encore, donnant à la région qu'elles recouvrent un aspect de peau de chagrin (*Triton cristatus*).

La peau des Batraciens peut aussi se soulever en *plis glandulaires*, plus ou moins allongés, plus ou moins nombreux, et diversement orientés. L'ébauche de ces plis est indiquée par de petites sallies ovales allongées de un à quelques millimètres, disposées en séries linéaires, formant des lignes dorsales articulées, comme chez les *Rana verrucosa et tigrina* (pl. X, fig. 32).

La fusion bout à bout de ces éléments constitue un pli. Le cas le plus simple est celui où, sur la face dorsale, il n'existe que deux replis cutanés. Comme chez la plupart de nos grenouilles indigènes : *Rana esculenta*, *R. temporaria* (pl. X, fig. 3), ils occupent la portion latérale du dos et s'étendent longitudinalement depuis la région scapulaire jusqu'au pli de flexion des membres postérieurs. A ces deux plis principaux s'en ajoutent deux autres plus petits qui partent chacun de l'angle postérieur de l'orbite, se dirigent obliquement en bas et en arrière en coupant la direction des premiers, et en passant au-dessus de la région tympanique, et accessoirement deux plus petits qui forment entre les deux épaules un V ouvert en arrière.

Chez la *Rana ansorgei*, il existe quatre plis dorsaux longitudinaux, et chez la *Rana madagascariensis*, on n'en observe pas moins de 8 ou 10 (pl. X, fig. 34).

Ces replis sont plus courts mais orientés dans des directions diverses chez le *Pseudophrynus güntherii* (pl. X, fig. 35), tandis qu'ils sont volumineux, très allongés, et même godronnés, chez le *Cryptobranchus Japonicus* et le *C. Alleghanensis*, où ils occupent toute la portion latérale du flanc, se prolongeant

jusque sur la face dorsale de la tête (pl. VI, fig. 19).

Enfin l'hypertrophie des papilles dermiques peut encore s'orienter en hauteur et donner naissance à des *poils*. Ce terme semble étrange quand il s'applique aux Batraciens, et cependant le cas est réalisé par un ranidæ du Congo, décrit en ces dernières années par M. G. A. Boulenger (1) et désigné par lui sous le nom de *Trichobatrachus robustus* (pl. IV, fig. 11).

Cette étrange grenouille est pourvue d'une toison épaisse, localisée aux flancs et à la partie supéro-externe des cuisses.

Le diamètre des poils est assez constant et voisin de un demi-millimètre ; leur longueur peut atteindre un centimètre et demi ; et M. Laidlaw en a signalé la nature glandulaire.

L'étude histologique que j'en ai pu faire, grâce à la générosité du professeur Boulenger, qui a bien voulu me donner quelques centimètres carrés d'une peau si rare, m'a montré qu'effectivement, la peau tout entière prend part à la formation des poils : l'axe du poil, jusqu'à son extrémité terminale, est formé par la couche supérieure spongieuse du derme, ayant entraîné ses capillaires et sa couche pigmentaire ; les deux sortes de glandes dont le diamètre total ne dépasse pas celui des gros noyaux des glandes granuleuses de la Salamandre terrestre, occupent sous l'épiderme mince la même position que dans les régions non pileuses ; elles y ont le même développement et la même fréquence de répartition (pl. IV, fig. 11, *b*), de telle sorte que la toison apparaît comme un organe de multiplication de ces glandes et par conséquent comme un perfectionnement compensateur de l'appareil de défense, aussi bien que comme un moyen d'assurer les autres fonctions glandulaires.

Les divers groupements glandulaires que nous venons de passer en revue peuvent se rencontrer diversement assemblés, *sans présenter aucun rapport avec les caractères taxonomiques :* c'est ainsi que dans la famille tropicale des Engistomatidæ, les représentants des genres *Callula* et *Rhinophrynus* ont une peau tout à fait lisse, tandis que ceux du genre *Calophrynus* ont la peau dorsale pustuleuse comme celle d'un Bufo. Le même fait se remarque chez les représentants indigènes des Discoglossidæ :

(1) G.-A. Boulenger, *Further notes on the African Batrachians Trichobatrachus et Gampsotesray Proceed* (Zool. Soc. London, 1901 ; t. II, p. 709).

les uns, ceux du genre *Discoglossus*, ont l'aspect des Rana, tandis que ceux du genre *Bombinator* (pl. X, fig. 36) ont nettement l'aspect des Bufo, le genre *Alytes* (pl. X, fig. 37) occupant, quant à l'aspect des accidents cutanés, une position intermédiaire entre les précédents.

La famille des Bufonidæ n'est, sous ce rapport, pas plus homogène : si bon nombre de Bufo ont une forme trapue, une peau fortement pustuleuse, d'énormes parotoïdes, il en est, par contre, qui sont plus sveltes que la plupart des élégantes Rana; tel est le *Bufo Jerboa*, dont la peau est tout à fait lisse et les parotoïdes très réduites.

Nous ne pouvons donc que résumer les dispositions les plus fréquemment réalisées chez les Batraciens actuels en prenant comme point de départ le type primitif représenté, chez les Apodes, par les genres Ichthyophis et Herpele. Chez ces animaux écailleux les deux catégories de glandes venimeuses sont également disséminées sur toute la surface de chaque segment myomérique cutané. Au fur et à mesure que les écailles régressent les glandes régressent aussi, de façon à arriver graduellement à la localisation dorsale qui se conserve chez les Apodes non écailleux.

Chez tous les Apodes et chez les Urodèles, la peau, intimement fixée aux muscles sous-jacents, en reproduit toutes les saillies. Celles-ci correspondent transversalement aux côtes ou aux myotomes, et sont séparées par des sillons perpendiculaires à l'axe du corps, sillons qui sont d'ordinaire interrompus au voisinage du plan médian. De plus, les saillies longitudinales, déterminées par les muscles dorsaux, forment chez beaucoup d'Apodes (Ichthyophis, Dermophys...) des cordons continus à base élargie sortes de ressauts qui marquent d'ordinaire la limite de séparation entre le dos et les flancs.

Les pustules, les verrues, les replis cutanés glandulaires sont plus rares dans ces deux ordres, genres Salamandra, Molge et Megalobatrachus mis à part, que chez les Anoures, où la peau, sorte de sac mobile sur les plans musculaires sous-jacents, subit plus aisément les déformations qu'entraîne l'hypertrophie des glandes.

La peau reste donc lisse dans son ensemble malgré les rides,

les sillons, les cordons chez beaucoup d'Apodes et d'Urodèles, car les saillies purement glandulaires sont rarement aussi élevées et aussi volumineuses que celles où le tégument apporte sa propre contribution ; cependant beaucoup d'Anoures, ceux dont les glandes granuleuses sont très réduites en nombre et en volume, ont aussi la peau dorsale totalement lisse, comme les *Rhinophrys*, les *Callula* et les *Pelobates*, ou lisse dans l'intervalle des rares saillies cutanées (Rana Hyla...) ; tandis que chez d'autres, les accidents cutanés de toutes sortes semblent tellement accumulés qu'ils transforment l'animal en un être apocalyptique (*Otolyphus margaritifer*, *Ceratophrys cornuta*).

La peau des Batraciens anoures et celle des Urodèles présente donc des combinaisons variées de pustules, de verrues, de replis, de lignes et de saillies glandulaires entrecoupées parfois de saillies purement cutanées : elle est finement granuleuse sur tout le corps chez la *Salamandra perspicillata*, finement pustuleuse chez les *Bombinator igneus* et *pachypus* (pl. X, fig. 36) ; elle présente simultanément de grosses pustules aussi développées que les parotoïdes chez le *Bombinator maximus* (pl. IX, fig. 28) et chez bon nombre de Bufo, des lignes glandulaires et des paratoïdes chez la *Salamandra maculosa*, et en outre des tubercules glandulaires en deux lignes dorso-latérales chez la *Salamandra atra* et le *Tylotriton verrucosus* (Pl. V, fig. 15 et 16).

L'ensemble de cette étude nous amène aux conclusions suivantes :

1° Les deux sortes de glandes permanentes de la peau des Batraciens sont primitivement disséminées sur toute la surface des anneaux cutanés correspondant aux myomères, chez les Apodes des genres *Herpele et Ichthyophis*. Elles y présentent respectivement leurs caractères de structure définitifs.

2° Tandis que les glandes muqueuses gardent leurs caractères d'isolement et de dissémination, les glandes granuleuses tendent à se localiser sur la face dorsale du corps. Cette localisation précoce s'effectue chez les Apodes mêmes, ou elle est fonction de la disparition graduelle des écailles. Elle correspond donc chez ces animaux à une réduction parallèle de la fonction de défense.

3° Les modifications secondaires que subissent les glandes

granuleuses (réduction progressive en nombre, hypertrophie compensatrice en volume, groupements en accidents divers) sont trop variables d'un genre à l'autre pour atteindre une valeur taxonomique.

4° Plus encore que pour les Serpents, la fonction venimeuse des glandes cutanées des Batraciens n'est qu'accessoirement et secondairement une fonction de défense, car cette fonction est inconstante, inégale, inefficace dans la plupart des cas, et ne semble le mieux réalisée que chez les animaux qui en ont le moins besoin ; ces glandes servent à l'individu, avant de servir à la conservation de l'espèce.

Laboratoire colonial du Muséum de Paris.

LISTE DES SIPHONAPTERA

DU

MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE DE PARIS, ACCOMPAGNÉE DE DESCRIPTIONS DES ESPÈCES NOUVELLES

Par The Honourable N. CHARLES ROTHSCHILD, M.A., F.L.S. F.E.S.

Le présent travail est consacré aux Puces ou Siphonaptères de la collection du Muséum d'histoire naturelle de Paris, qui m'ont été soumises, pour l'étude, par M. le Professeur Bouvier. La plupart des spécimens de la collection étaient indéterminés; j'y ai reconnu trente-huit espèces, parmi lesquelles se trouvent quelques types de Kolenati et quatre espèces nouvelles. Trois de ces dernières appartiennent au genre *Ceratophyllus*; l'une d'elles, le *C. laverani*, fut communiquée au Muséum par M. le Professeur Laveran et, bien que non décrite jusqu'ici, paraît fort commune dans le sud de l'Europe où on la trouve sur divers Rongeurs; les deux autres (*C. thoracicus* et *C. pedias*) proviennent du Finmarck, d'où elles furent rapportées en 1881 par M. le Professeur G. Pouchet, sans indications d'hôtes; ces deux espèces, par conséquent, réclament encore des recherches nouvelles. J'en dirai autant de la quatrième espèce, le *Rhopalopsyllus palpalis*, capturé sur *Ctenomys brasiliensis* par M. Émile Wagner, dans le Chaco del Estero, en République Argentine; il reste à trouver le mâle de cette espèce dont on ne connaît jusqu'ici qu'une seule femelle.

1. Dermatophilus penetrans L. (1758).

Pulex penetrans Linnaeus, Syst. Nat. ed. X, p. 614, nº 2 (1758).

7 ♀ ♀. Oyapock, Guyane française (F. Geay, 1900).

12 ♀ ♀. Ouanary, Guyane française (F. Geay, 1900).
3 ♀ ♀. Costa Rica (de Lafon, 1884).
5 ♀ ♀. Martinique (Guyon).
1 ♀. Las Garzas, bord du Rio Las Garzas, Chaco de Santa-Fé (E.-R. Wagner, 1903).
50 ♀ ♀. Extraites des chairs.
1 ♀. Baoulé, côte d'Ivoire (Pobéguin, 1897).
5 ♂ ♂, 10 ♀ ♀. Refuge de Rubôna, Ruwenzori, zone inférieure (Ch. Alluaud, 1909). « Par milliers dans la poussière. »
8 ♀ ♀. Brazzaville (E. Roubaud et A. Weiss, 1908).
2 ♂ ♂, 3 ♀ ♀. Région de Soanierana, province de Fénérive, Madagascar (A. Mathiaux, 1905). « Dans les pieds des Européens et des indigènes. »
31 ♀ ♀. Landana, Congo.
2 ♀ ♀. Sans localité.
1 ♂, 6 ♀ ♀. « Chique ou Nigua. » Sans localité.

2. **Hectopsylla pulex** Haller (1880).

Rhynchopsylla pulex Haller, Arch. f. Naturg. XLVI, p. 72, t. VI (1880) (Brasilien).

1 ♀. Tijuca, Montagnes des Orgues, province de Rio-Janeiro (E.-R. Wagner, le 21 juin 1902). « Pris sur une chauve-souris. »

3. **Echidnophaga bradyta** Rothsch. (1906).

Echidnophaga bradyta Jordan et Rothschild, Thompson, Yates and Johnston Labor. Rept. VII, I., p. 47, t. II, fig. 13, 19 ; t. III, fig. 23 (1906) (Cape Colony).

2 ♀ ♀. Addis Abbeba, Éthiopie (M. de Rothschild, 28 mai 1904). « Sur les chats. »

4. **Pulex irritans** L. (1758).

Pulex irritans Linnaeus, Syst. Nat. ed. X, p. 614, n° 1 (1758).

1 ♀. Paris (Brongniart, 1898).
2 ♀ ♀. Paris.
2 ♀ ♀. Rue Censier, Paris (R. du Buysson, 1898).
1 ♀. Bécon-les-Bruyères, Seine (P. Lesne, 1908).
1 ♀. Beni Mgilo — O. Betto Djebel Boudra, pays Beraber, Maroc intérieur (de Segonzac, 1901).
4 ♂ ♂, 6 ♀ ♀. Bender-Bouchir, région persane du golfe Persique (Dr Bussière, 1905).
1 ♀. Mascate (M. Maindron, octobre 1896). « Sur un renard. »
1 ♀. Mission Chari-Tchad, Archipel Kouri, Tchad (A. Chevalier, 1904).
1 ♀. Diré Daoua, Abyssinie (M. de Rothschild, septembre 1905).
1 ♀. Vohemar, Morondova, Madagascar (G. Grandidier, 1899).
1 ♀. Imerina, Madagascar (P. Camboué legit ; G. Grandidier, 1902).
1 ♂. 1, ♀. Andevorante. Madagascar (Mathiaux, 1899).
8 ♂ ♂, 19 ♀ ♀. Antsirana, Madagascar (Belly). « Sur une Malgache. »
1 ♀. Tamatave, Madagascar (Ch. Alluand, juillet 1900).
14 ♂ ♂, 37 ♀ ♀. Broughton Isl., Australie (M. Laveran, 1909).
1 ♀. La Rinconada, Équateur, 3100 mètres d'altitude (P. Rivet, 1903).
2 ♀ ♀. Coli Huapi, golfe Saint-Georges, Patagonie (A. Tournouer, 1903).
1 ♀. Las Garzas, bords du Rio Las Garzas, Chaco de Santa-Fé (E.-R. Wagner, 11 décembre, 1903).

1 ♀. Bas Sinnamary, Guyane française (F. Geay, 1903).
2 ♂ ♂. Guatemala (R. Guérin, 1908). « Sur un rat. »

5. **Xenopsylla cheopis** Rothsch. (1903).

Pulex cheopis Rothschild, Ent. Mo. Mag. (2) xiv, p. 85, t. I, II. fig. 3, 9, 12, 19 (1903).

3 ♂ ♂, 1 ♀. Mahaly, bassin sud du Mandore, Madagascar (Decorse, 1901). « Sur un rongeur. »
1 ♂, 1 ♀. Addis Abbeba, Éthiopie (M. de Rothschild, juin 1904). « Sur le Rat N° 61. »

6. **Xenopsylla isidis** Rothschild (1903).

Pulex isidis Rothschild, Nov. Zool. x. p. 313, n° 2, t. V, fig. 2, 5, 6, 8 (1903).

5 ♀ ♀. Naivasha, Afrique or. (Ch. Alluaud, 10 déc. 1903). « Puces d'Hyrax. »

7. **Xenopsylla pallidus** Taschenb. (1880).

Pulex pallidus Taschenberg, Die Flöhe, p. 65, n° 5, t. I, fig. 9 (1880).

12 ♂ ♂, 8 ♀ ♀. Roseires, Soudan égyptien (Ch. Alluaud, I 1906) « Écureuil. »
1 ♂. Brazzaville (E. Roubaud et A. Weiss, 1908). « Sur l'homme. »

8. **Pariodontis riggenbachi** Rothsch. (1904).

Pulex riggenbachi Rothschild, Nov. Zool. xi, p. 611, n° 7, t. VIII, fig. 19, 20, t. IX, fig. 24 (1904).

5 ♀ ♀. Vallée du Guingere, Mozambique (G. Vasse, 1906).
6 ♀ ♀. Montagnes de Beni Henzman, Maroc (G. Buchet, 1905).

9. **Ctenocephalus canis** Curtis (1826).

Pulex canis Curtis, Brit. Entom. III, n° 114, fig. A.-E., fig. 8 (1826).

1 ♂, 1 ♀. Mustapha, Algérie (P. Lesne). « Sur l'homme. »
4 ♂ ♂, 20 ♀ ♀. Brazzaville (E. Roubaud et A. Weiss, 1908). « Sur l'homme. »
3 ♂ ♂, 12 ♀ ♀. Célèbes (de la Savinière, 20 déc. 1877).
1 ♂. Guatemala (R. Guérin, 1908). « Sur un rat. »

10. **Ctenocephalus felis** Bouché (1835).

Pulex felis Bouché, Nova Act. Acad. Leop. Carol. XVII, 1, p. 505 (1835).

1 ♂. Rue Censier, Paris (R. du Buysson).
11 ♀ ♀. Soudan français (A. Chevalier, 6 sept., 1900). « Sur un jeune chat. »
7 ♀ ♀. Soudan français (A. Chevalier, sept, 1900). « Sur les noirs Mopti. »
1 ♀. Harrar (M. de Rothschild, 12 mars, 1904). « Sur le Tragelaphus spec. donné par le Ras. »
1 ♂. Vohemar Morondova, Madagascar (G. Grandidier, 1899).
1 ♂. Diégo Suarez, Madagascar (Ch. Alluaud).
2 ♂ ♂, 8 ♀ ♀. Célèbes (de la Savinière, 20 déc. 1877).
5 ♀ ♀. Hao, Iles Touamotou (G. Seurat, 1905).
2 ♀ ♀. Bas Oyapock, Guyane française (F. Geay, 1900).
1 ♂, 4 ♀ ♀. Guatemala (R. Guérin, 1908).

11. **Ctenocephalus rosmarus** Rothsch. (1907).

Ctenocephalus rosmarus Rothschild, Ent. Mo. Mag. (2) XVIII, p. 175. t. III, fig. 1, 2 (1907).

2 ♀ ♀. Tchalenko, Afrique or. brit. (M. de Rothschild, 1er avril 1904). « Sur un Hyrax abyssinicus. »

12. **Archaeopsylla erinacei** Bouché (1835).

Pulex erinacei Bouché. Nov. Act. Ac. Leop. Carol, XVII, I, p. 507 (1835).

4 ♀ ♀. Lyons-la-Forêt (A. Dollfus, 1901). « Sur hérisson. »
11 ♂ ♂, 21 ♀ ♀. France (R. Laveran). « Hérisson vulgaire. »

13. **Rhopalopsyllus palpalis**, espèce nouvelle.

♀. Voisine de *R. cavicola* Weyenb. (*concitus* Rothsch.), mais facilement reconnaissable par le second segment très long des palpes maxillaires.

Tête. — L'œil est petit et seulement légèrement coloré. Il existe deux longs poils au-dessous de l'œil, une rangée de trois en avant de ce dernier et plus en arrière, sur la partie frontale, une rangée de cinq petits poils. L'occiput porte trois rangées de poils comme dans le *R. cavicola*. Le second segment du palpe maxillaire s'amincit vers la base, étant beaucoup moins gros que les autres segments et d'une longueur double de celle du premier. Les dimensions des quatre segments du palpe sont les suivantes : 9, 18, 9, 18. Le rostre s'étend au delà du trochanter, le dernier segment est beaucoup plus court que le dernier segment du palpe maxillaire (12 : 18).

Pattes. — Les poils sont plus nombreux et un grand nombre d'entre eux sont beaucoup plus longs que dans le *R. cavicola*. La cuisse postérieure porte à la partie externe 14 poils latéraux et 10 à la partie intérieure, non compris ceux de la partie abdominale subapicale. Le tibia postérieur porte à la partie externe 14 poils latéraux et, à la partie interne une rangée de 5. Le long poil situé dans la cinquième échancrure dorsale du tibia postérieur s'étend au delà du sommet du tibia, et le plus long poil ventral ainsi que le plus long poil apical dorsal du tibia postérieur s'étendent au delà du centre du second segment tarsien postérieur. Ces poils sont également plus longs dans le tibia moyen que ceux du *R. cavicola*. Le plus long poil apical du premier segment tarsien postérieur s'étend au delà du troisième segment et celui du second segment jusqu'au centre du cinquième. Le cinquième segment du tarse antérieur est plus mince que dans le *R. cavicola* et les second et troisième segments sont plus longs. Les dimensions des segments des tarses moyen

et postérieur sont les suivantes : 14, 20, 14, 8, 22 et 43, 30, 19, 12 (le cinquième segment manque).

Segments modifiés. — En raison du mauvais état de conservation du spécimen, le nombre et la position des poils situés sur le huitième segment dorsal ne peuvent pas être clairement définis. Il semble qu'il existe un plus grand nombre de poils courts sur le bord de ce segment que dans le *R. cavicola*.

Origine. — Chaco de Santiago del Estero, Argentine. E.-R. Wagner, 13 août 1902, une ♀ « sur un Ocullo » (*Ctenomys brasiliensis* Bl.).

14. **Parapsyllus longicornis** Enderl. (1901).
Pulex longicornis Enderlein, Zool. Jahrb., Abt. f. Syst. XIV, p. 553, t. XXXIV, fig. 8, 9, 12 (1901).

2 ♂ ♂, 6 ♀ ♀. Ile de Saint-Paul, 1875. « Sur de jeunes manchots. »

15. **Malacopsylla grossiventris** Weyenb. (1879).
Pulex grossiventris Weyenbergh, Bull. Acad. Nac. Cienc. Nat. Rep. Argent., III, p. 188 (1879).

1 ♂. Environs d'Icano, Chaco de Santiago del Estero, Argentine (E.-R. Wagner, 26 août 1902.) « Sur un renard. »

16. **Malacopsylla agenoris** Rothsch. (1904).
Malacopsylla agenoris Rothschild, Nov. Zool., XI, p. 606, n° 3, t. VII-VIII, fig. 5, 9 et 13 (1904).

5 ♂ ♂, 4 ♀ ♀. Coli-Huapi, Golfe Saint-Georges, Patagonie (A. Tournouer, 1903).

17. **Ceratophyllus laverani**, espèce nouvelle (fig. 1-2).

♂ ♀. L'une des espèces européennes de *Ceratophyllus* où le cinquième segment de tous les tarses porte quatre poils latéraux et une paire ventrale entre la première paire latérale.

Tête. — La tête est fortement recourbée, la partie inférieure du front entre le tubercule frontal et la bouche s'inclinant en arrière dans le ♂ et étant verticale dans la ♀. Il existe deux poils en avant de l'œil et un troisième sur le bord oral, les deux premiers se trouvant rapprochés l'un de l'autre. On rencontre ensuite une autre rangée de trois ou quatre poils et, plus au-dessus, deux ou trois autres poils plus petits. Au-dessus de la fossette antennale, à la partie antérieure, se trouve un poil isolé, avec un plus grand et un plus petit au centre. La rangée placée près du bord postérieur de la tête consiste au

total en dix poils placés des deux côtés. Le rostre atteint le sommet de la hanche antérieure.

Thorax. — Le peigne du prothorax consiste en 20 ou 22 dents et la rangée de poils contient au total 12 soies des deux côtés. La surface dorsale du mésothorax porte une rangée de 9 ou 10 longs poils ; il y a une autre rangée de 12 à 14 poils courts en avant de cette dernière, et un certain nombre de poils courts supplémentaires sur le dos, plus près de la base, outre de nombreux cheveux courts situés le long du bord antérieur. On trouve également 4 à 5 épines de la nature des poils devant le bord apical à la surface interne du mésonotum. La surface dorsale du métathorax porte aussi une rangée de 9 ou 10 longs poils sur les deux côtés et, en avant de cette rangée, on en voit une autre de 10 ou 12 poils courts, une épine apicale se trouvant placée de chaque côté. L'épimère métathoracique porte de 5 à 7 poils (1 à 3, 3, 1).

Abdomen. — Les segments dorsaux portent chacun deux rangées de poils. Sur le quatrième segment dorsal de la ♀, la rangée antérieure consiste en 7 à 8 et la rangée postérieure en 12 poils, alors que le nombre est de 3 ou 4 et de 10 respectivement au total sur le septième segment dorsal et sur les deux côtés. Dans le ♂, chaque rangée contient un ou deux poils de moins. Les quatre premiers segments dorsaux portent en plus, de chaque côté, une ou deux épines apicales. Les parties ventrales des segments 3 à 6 portent, de chaque côté, 2 poils chez le ♂ et 3 chez la ♀, aucune de ces portions ventrales ne porte de poils en avant de la rangée. Le sternite du septième segment porte également deux poils chez le ♂, mais 4 ou 5 chez la ♀ et un ou 2 petits poils en avant de ces derniers.

Pattes. — Les cuisses moyenne et postérieure portent un poil vers le dessous, près du sommet, à la surface interne et à la surface externe, plus un poil latéral à la surface interne près de la base. Le tibia postérieur porte une rangée latérale de 7 poils à la surface externe et 4 à 5 à la surface interne. La longueur du poil apical le plus long de ce tibia est les deux tiers de celle du premier segment tarsien postérieur. Le premier segment du tarse moyen est à peu près de la même longueur que le second, le premier segment tarsien postérieur étant aussi long que le

tibia postérieur ou seulement un peu plus court. Le plus long poil apical du second segment tarsien postérieur n'atteint pas le sommet du troisième segment. Les longueurs proportionnelles des segments tarsiens moyen et postérieur sont les suivantes :

Tarse moyen ♂ 21, 20, 13, 9, 18 ; ♀ 20, 19, 13, 8, 17.
Tarse postérieur ♂ 55, 32, 18, 11, 30 ; ♀ 57, 35, 20, 12, 20.

Dans tous les tarses, la première paire de poils du cinquième segment se trouve située sur la surface ventrale, placée entre la seconde paire.

Segments modifiés. — ♂. Le huitième segment dorsal (tergite) porte 5 longs poils sur le bord apical et 4 ou 5 sur la surface latérale. Le huitième segment ventral est petit, s'amincissant graduellement vers le sommet qui est pointu. L'appareil de fixation (fig. 1)

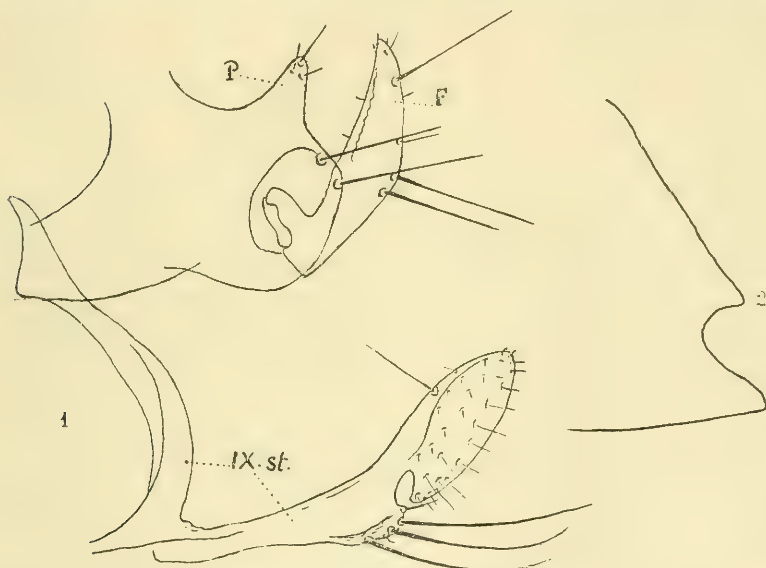


Fig. 1 et 2. — *Ceratophyllus laverani.* — 1, Appareil de fixation du ♂ ; 2, Septième sternite abdominal de la ♀.

est produit dans un doigt étroit et fixe (P). Au-dessus du point d'insertion du doigt mobile se trouvent deux poils de longueur moyenne. Le doigt mobile (F) est long, en forme de sabre et plus large à la partie centrale. Il porte à cet endroit deux longs poils, deux autres poils plus longs étant placés à intervalles égaux entre cette paire et le sommet du doigt, comme on le voit dans

la figure. La partie verticale du neuvième sternite (ix. st) est assez fortement recourbée et la partie horizontale est divisée par un sillon ventral en une partie proximale et une partie distale. La partie proximale est caractérisée par trois longs poils, alors que la partie distale porte des petits poils nombreux sur la surface latérale et un poil plus long sur le bord dorsal. Les parties horizontales du neuvième sternite droit et gauche se réunissent près du sillon, alors que les lobes distaux larges, minces et transparents, sont complètement séparés l'un de l'autre. — ♀. Le septième sternite (fig. 2) est divisé par un sillon apical rond en un petit lobe supérieur et en un lobe inférieur triangulaire plus long (vu de côté). Ces deux lobes varient légèrement. Le huitième tergite porte un long poil et un court au-dessous du stigma, et environ 9 poils près des bords ventral et apical sur la surface extérieure.

Origine. — France, A. Laveran, 1910. Sur *Myoxus nitela*, 3 ♂ ♂ et 3 ♀ ♀.

N. B. — L'auteur possède une grande série collectionnée par le Dr K. Jordan à Cintra, Portugal, en mai 1910 et provenant d'un nid d'oiseau. Trois spécimens de la même espèce ont été également recueillis en Sardaigne par le Dr A. H. Krausse : ils proviennent de l'*Eliomys sardus* et furent envoyés par lui au Dr Dampf de Kœnigsberg, qui a bien voulu me permettre de les mentionner dans cet article.

18. **Ceratophyllus walkeri** Rothsch. (1902).
Ceratophyllus walkeri Rothschild, Ent. Mo. Mog. (2) XIII, p. 225, t. IV, fig. 4, 5, 7 (1902).

9 ♀ ♀. Forêt de Compiègne (E. L. Bouvier, mars 1897). Hôte : Arvicola.

19. **Ceratophyllus sciurorum** Schranck (1803).
Pulex sciurorum Schrank, Fauna Boica III, p. 195 (1803).

1 ♀. Brout-Vernet, Allier (R. du Buysson, 1897). « Sur une fouine. »
1 ♂, 2 ♀ ♀. Madagascar (Grandidier). « Sur un oiseau venant de France. »

20. **Ceratophyllus thoracicus**, espèce nouvelle (fig. 3, 4).

♀. Une espèce poilue qu'il est facile de reconnaître à la tête et à la partie dorsale du prothorax.

Tête — Le front est plus fortement recourbé que d'ordinaire dans ce genre. L'œil n'est pas complètement coloré. Un long

poil oblique se trouve au-dessus de l'œil et un autre à la crête orale. Plus en arrière du front se trouvent trois autres poils et, entre la base de l'antenne et l'angle oral frontal, une rangée de six. L'occiput porte trois rangées de poils, la rangée antérieure en contenant trois. Il y a environ 10 petits poils au-dessus de la fossette antennale. Le rostre s'étend aux deux tiers de la longueur de la hanche antérieure.

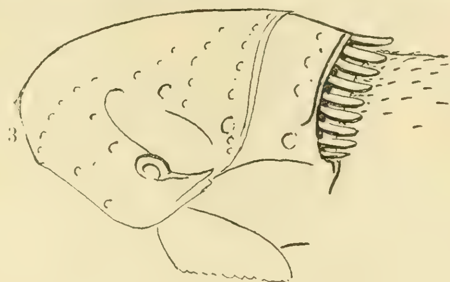


Fig. 3. — *Ceratophyllus thoracicus.* — Tête et pronotum.

Thorax. — La partie dorsale du prothorax porte un peigne de 19 épines. Le bord postérieur du pronotum n'est pas droit, mais recourbé en dedans, le pronotum étant plus court au milieu des côtés qu'à la partie dorsale et ventrale. La surface dorsale du mésothorax est couverte de nombreux poils entre la rangée de soies longues et la base. La surface dorsale du métathorax porte deux rangées de poils, une troisième rangée incomplète et quelques petits poils dorsaux additionnels. L'épisternum métathoracique porte plusieurs poils et il existe 10 poils sur l'épimère métathoracique (5, 4, 1).

Abdomen. — Les tergites portent trois rangées de poils, la première série n'étant représentée que par quelques poils. Le bord apical porte à la partie dorsale des dents minuscules, et celui des quatre premiers tergites porte en outre une épine de chaque côté, particularité que l'on rencontre également au métanotum. Le septième tergite porte trois poils apicaux, celui qui se trouve à la partie supérieure étant plus de la moitié et celui qui se trouve à la partie inférieure des quatre cinquièmes environ de la longueur du poil central. Le sternite du segment 2 ne porte que deux poils ventraux, alors que les sternites de segments 3 à 6 portent une rangée de 12 poils au total sur les deux côtés et quelques poils additionnels en avant de la rangée. Le sternite 7 possède une rangée de 17 poils et porte, en avant de la rangée, quelques poils additionnels.

Pattes. — Les poils de la hanche antérieure sont très nom-

breux. Les cuisses portent un poil ventral subapical sur les parties inférieure et extérieure. La cuisse postérieure présente un ou deux poils sur la surface externe près de la base. Le tibia postérieur porte une rangée latérale de 10 ou 11 poils sur la surface externe et, entre cette rangée et le bord postérieur, trois poils en plus. Les poils courts du tibia postérieur sont au nombre de 10 à 12 et comparativement forts. A la partie intérieure du tibia postérieur se trouve une rangée de 5 ou 6 poils. Le premier segment tarsien moyen est distinctement plus long que le second. Les poils des segments abdominaux des segments tarsiens sont nombreux, le premier segment tarsien postérieur portant par exemple plus de douze poils ventraux et le second segment dix environ. Le poil apical le plus long du second segment tarsien postérieur s'étend un peu au delà du centre du troisième segment. La première paire de poils du cinquième segment de tous les tarses est située entre la seconde paire. Les petits cheveux situé sur la surface ventrale de ce segment sont nombreux. Dans le tarse antérieur, le cinquième segment porte au sommet de la partie ventrale deux poils courts et, un peu plus près, une autre paire. Les longueurs proportionnelles des segments sont :

Tarse moyen, 23, 19, 14, 9, 17.
Tarse postérieur, 49, 31, 21, 12, 17.

Segments modifiés. — ♀. Le septième sternite (fig. 4) est arrondi au sommet, sans sinus (en vue latérale). Le huitième tergite (fig. 4) porte environ une douzaine de petits cheveux au-dessus du stigma et, de chaque côté, un long poil et deux petits cheveux au-dessous du stigma et environ quinze poils sur la moitié ventrale, deux de ces poils étant placés sur le bord apical comme le montre la figure. Le stylet est environ trois fois et demi aussi long

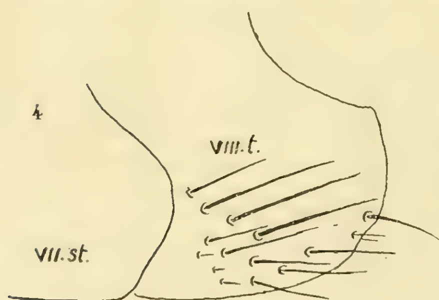


Fig. 4. — *Ceratophyllus thoracius* ♀. — Septième et huitième sternites.

que large près de la base. La partie large du réceptaculum seminis est elliptique et plus longue que la partie étroite.

Origine. — Kirkenen, Finmark (G. Pouchet, 21. VI. 1881). Sans indication de l'hôte. 2 ♀ ♀.

21. **Ceratophyllus pedias**, espèce nouvelle (fig. 5-6).

♂. Se distingue facilement par les segments abdominaux modifiés.

Tête. — Le front est recourbé de façon uniforme, la partie inférieure étant verticale lorsque la tête se trouve placée dans une position horizontale. Il existe une rangée de trois poils en avant de l'œil et une rangée de six poils plus petits plus en arrière. L'occiput porte un poil derrière la base de la fossette antennale, une rangée de trois (un poil long et deux petits) au centre et une rangée de cinq en avant du bord postérieur. L'intervalle entre le premier et le second poils de la dernière rangée est près de deux fois aussi long que celui qui existe entre le second et le troisième poils. Le rostre atteint l'extrémité de la hanche antérieure, son dernier segment ayant plus de deux fois la longueur du quatrième.

Thorax. — Le pronotum a un peigne de 22 pointes et une rangée de 12 poils au total des deux côtés. Le mesonotum porte deux rangées de poils et, à la base, une rangée de cheveux minuscules, ainsi que quelques épines sub-apicales internes de la nature des poils. Le métanotum a deux rangées de poils. L'épimère métathoracique porte 7 poils (2, 4, 1), le nombre variant probablement un peu.

Abdomen. — Le bord apical des tergites porte des dents à la partie dorsale et une ou deux épines de chaque côté sur les quatre premiers tergites. Tous les tergites ont deux rangées de poils, le premier tergite portant en plus quelques cheveux. Le nombre des poils situés sur les sternites des segments 3 à 6 est de 6. 6. 6. 8, et il existe un poil de plus en avant de cette rangée. Le septième sternite porte une rangée de 7 poils au total sur les deux côtés. Le long poil apical du septième tergite est accompagné, à la partie ventrale, d'un poil très court et, à la partie dorsale, d'un petit cheveu.

Pattes — Les cuisses portent chacune un poil ventral sub-apical à la partie intérieure et à la partie extérieure. Il existe

deux petits poils latéraux à la surface extérieure de la cuisse postérieure. Les tibias moyen et postérieur portent chacun de 13 à 14 poils en deux rangées. Il existe une rangée de 6 ou 7 poils à la partie interne du tibia postérieur. Le premier segment tarsien moyen est plus large que le second et porte du côté postérieur trois poils longs et fins dont celui du sommet atteint presque le sommet du troisième segment. Le quatrième segment tarsien moyen est un peu plus large que long. Les poils du cinquième segment sont latéraux sur tous les tarses, ils se dirigent très légèrement vers le dessous dans les tarses antérieur et moyen.

Longueurs proportionnelles des segments :

Tarse moyen 13, 12, 8, 5, 14.
Tarse postérieur 32, 22, 14, 9, 16.

Segments modifiés. — ♂. Le huitième tergite (fig. 6) porte au-dessous du stigma une rangée de quatre poils et plus bas

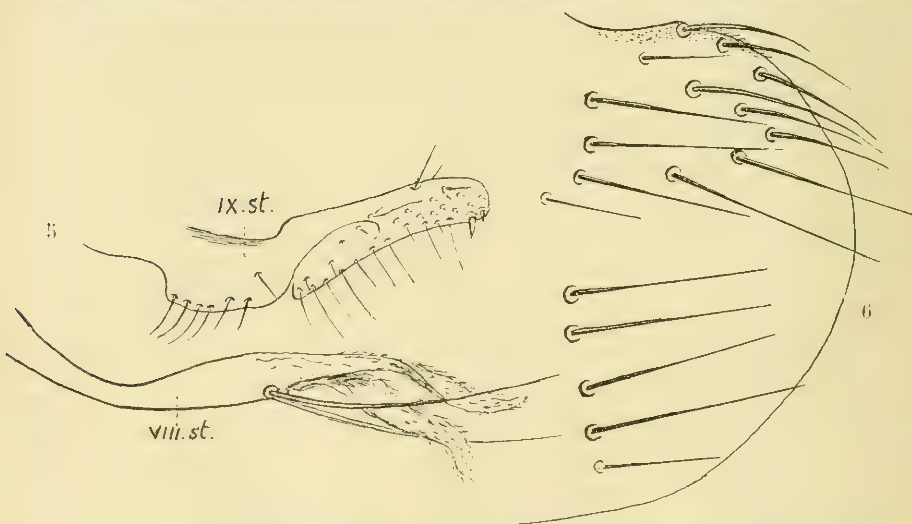


Fig. 5 et 6. — *Ceratophyllus pedias* ♂. — 5, Huitième et neuvième sternites abdominaux ; 6, Huitième tergite abdominal.

une rangée de 5. Entre ces poils et le bord apical se trouvent six poils, et trois en plus sur le bord apical. Ce segment porte de nombreux cheveux minuscules sur le bord dorsal ; ces cheveux partent près du stigma et se dirigent en arrière, ils sont indiqués par des points dans la figure. Le huitième sternite (fig. 5. VIII st.) est long, portant près du sommet un long

poil de chaque côté. Dans ce spécimen la partie dorsale de l'appareil de fixation n'est pas développée. La partie horizontale du neuvième sternite (fig. 5. IX st.) est caractéristique. Le lobe apical de ce segment porte de nombreux poils fins et, au sommet, deux courtes épines, comme le montre la figure.

Origine. — Kirkenen, Finmark (G. Pouchet, 21. VI. 1881). Sans indication de l'hôte. Un ♂.

22. **Ceratophyllus infestus** Rothsch. (1908).

Ceratophyllus infestus Rothschild, un Sjöstedt, Exped. nach dem Kilimandjaro-Meru und den Massaisteppen, 1905-1906. Siphonaptera, p. 4, t. I, fig. 6-7 (1908).

1 ♂. Kiu, Afrique orientale anglaise (M. de Rothschild, mars 1909).

23. **Chaetopsylla rothschildi** Kohaut (1903).

Chaetopsylla rothschildi Kohaut, Allatt. Kozlem II. p. 40, t. IV-V, fig. 7-9, 3, 5, 6 (1903).

1 ♀. Brout-Vernet, Allier (R. du Buysson, 1897). « Sur une fouine. »

24. **Ctenoparia inopinata** Rothsch. (1909).

Ctenoparia inopinata Rothschild, Nov. Zool. XVI, p. 67, n° 8, t. X, fig. 7-8, (1909).

2 ♀ ♀. Santiago, Chile (C. Porter, 1910).

25. **Ctenophthalmus engis** Rothsch. (1907).

Ctenophthalmus engis Rothschild, Ent. Mo. Mag. (2) XVIII, p. 176, t. III, fig. 3 (1907).

1 ♀. Addis Abbeba, Abyssinie (M. de Rothschild, 6 avril 1904). « Sur un rat. »

26. **Ctenophthalmus agyrtes** Heller (1896).

Typhlopsylla agyrtes Heller, Ent. Nachr. XXII, p. 97, fig. 1-2 (1896).

1 ♀. Forêt de Compiègne (E.-L. Bouvier, mars 1897).

27. **Ctenophthalmus gracilis** Tasch. (1880).

Typhlopsylla gracilis Taschenberg, Die Flöhe, p. 96, n° 24, t. IV. fig. 28, 29 (1880).

2 ♀ ♀. Brout-Vernet, Allier (R. du Buysson, 20 V. 1900).

28. **Hystrichopsylla talpae** Curt. (1826).

Pulex talpae Curtis, Brit. Ent. III, n° 114, fig. (1826).

1 ♀. Forêt de Compiègne (E.-L. Bouvier, mars 1897).
1 ♀. Col de Puymorens, Pyrénées-Orientales, 1900 mètres (A. Grouvelle, août 1909).

29. **Ctenopsyllus bidentatus** Kol. (1863).

Ctenopsyllus bidentatus Kolenati, Hor. Soc. Ent. Ross. II, p. 38 (1863).

1 ♂. Coll. Kolenati, type (sous le nom de *monoctenus* dans la collection de Kolenati).

30. **Ischnopsyllus elongatus** Curt. (1832).
Pulex elongatus Curtis, Brit. Ent. n° 417 (1832).

1 ♂, 2 ♀ ♀. Coll. Kolenati, (comme *octactenus* dans la collection).

31. **Ischnopsyllus obscura** Wagn. (1897).
Ceratopsylla obscura Wagner, Hor. Soc. Ent. Ross. XXXI, p. 584 (1897).

1 ♂. Coll. Kolenati (comme *octactenus* dans la collection).

32. **Ischnopsyllus intermedius** Rothsch. (1898).
Ceratopsylla intermedius Rothschild, Nov. Zool. V. p. 543, t. XVII, fig. 15 (1898).

1 ♂, 2 ♀ ♀. Coll. Kolenati (comme *octactenus* dans la collection).
1 ♂. Coll. Kolenati (comme *hexactenus* dans la collection).

33. **Ischnopsyllus octactenus** Kol. (1856).
Ceratopsyllus octactenus Kolenati, Parasit. Chiropt., p. 31, n° 1, t. III, fig. 31 (1856).

1 ♂, 16 ♀ ♀. Coll. Kolenati, *typiques* (comme *octactenus* dans la collection).
1 ♀. Environs de Paris (Dr Trouessart, 1904). « Sur une chauve-souris.»

34. **Ischnopsyllus hexactenus** Kol. (1856).
Ceratopsyllus hexactenus Kolenati, Parasit. Chiropt., p. 31, n° 2 (1856).
4 ♂ ♂. 4 ♀ ♀. Coll. Kolenati, *typiques* (comme *tetractenus* et *hexactenus* dans la collection).

35. **Ischnopsyllus unipectinata** Taschenb. (1880).
Typhlopsylla unipectinata Taschenberg, Die Flöhe, p. 92 (1880).

5 ♂ ♂, 4 ♀ ♀. Oudna Mesnil. Algérie. « Sur des chauves-souris. »

36. **Nycteridopsylla pentactenus** Kol. (1856).
Ceratopsyllus pentactenus Kolenati, Parasit. Chiropt., p. 32, n° 3 (1856).

2 ♀ ♀. Coll. Kolenati, *typiques* (comme *pentactenus* dans la collection).

37. **Nycteridopsylla eusarca** Dampf (1908).
Nycteridopsylla eusarca Dampf, Schrift. Phys. ökonom. Gesellsch. Königsberg. XLVIII, III, p. 398 (1908).

3 ♀ ♀. Coll. Kolenati (comme *pentactenus* dans la collection).

38. **Nycteridopsylla dictenus** Kol. (1856).
Ceratopsyllus dictenus Kolenati, Parasit. Chiropt., p. 32, n° 5 (1856).

1 ♂, 1 ♀. Coll. Kolenati, *typiques* (comme *dictenus* dans la collection).

CONTRIBUTION
A L'ÉTUDE DES GLANDES LABIALES
DES HYDROCORISES

Par E. FAURÉ-FREMIET

PRÉPARATEUR AU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE (1).

Les glandes salivaires des Hémiptères, qu'il vaudrait mieux appeler avec Bordas, et sans rien préjuger de leur rôle physiologique, glandes *labiales*, ou encore avec Berlese *glandes du sixième somite*, se présentent dans le groupe des *Hydrocorisæ* avec une remarquable uniformité de constitution. Bugnion (2), à qui nous devons le travail le plus documenté qui ait été fait sur ces organes, résume leur description dans les termes suivants :

« Glande principale placée dans la tête ou dans le thorax, ordinairement bilobée, à lumen étroit. Glande accessoire à parois minces, située dans le thorax sur le bord de l'estomac. »

« Appareil représentant théoriquement une seule glande paire, dérivée elle-même d'un cordon épithélial primitif (diverticule du stomodæum) et transformé, par différenciation graduelle, d'une part en parties glandulaires, d'autre part en canaux d'excrétion. »

I. — Disposition générale.

Le rôle physiologique des glandes labiales des Hémiptères est à peu près inconnu. S'il est vrai que ces organes dérivent embryogéniquement du stomodæum, il est également vrai,

(1) Ce travail, entrepris à la suite de recherches faites dans un but tout différent sur les glandes labiales des Hydrocorises, a été commencé au laboratoire de cytologie du Collège de France, et terminé au laboratoire d'anatomie comparée du Muséum, grâce à des matériaux provenant de la collection d'étude de ce laboratoire (Belostomides du Sénégal de la collection Guillot.)

(2) Bugnion et Popoff, L'appareil salivaire des Hémiptères in *Arch. d'Anat. microsc.*, t. X, 1908 et XI, 1910. On trouvera dans le premier mémoire une bibliographie de la question, sauf cependant le travail de A. Pettit et Krohn, Sur la structure de la glande salivaire du Notonecte in *Arch. d'Anat. microsc.*, t. VII, 1905, qui n'est pas cité.

comme le fait remarquer Bordas, qu'elles n'ont plus aucun rapport avec la cavité intestinale une fois développées, et qu'elles « constituent des organes appendiculaires dépendant des mâchoires postérieures soudées avec le labium pour former la trompe ».

Chez les *Geocorisæ*, le plus souvent adaptées au régime végétarien, on a pu soutenir que le rôle de ces glandes était comparable à celui de glandes salivaires proprement dites, et que leur sécrétion pouvait agir sur l'amidon et commencer la digestion des aliments avant même que ceux-ci ne soient introduits par succion dans le tube digestif. Chez les *Hydrocorisæ*, qui s'attaquent à des proies animales qu'elles immobilisent rapidement par leur piqûre, il semble au contraire que les glandes labiales jouent surtout le rôle de glandes à venin, à moins que le produit venimeux ne soit sécrété par les glandes maxillaires, ce qui a été discuté. Une étude physiologique s'impose donc ici ; mais il est nécessaire de préciser d'abord nos connaissances sur la morphologie générale et l'histologie de cet appareil glandulaire, et c'est précisément ce que j'ai tenté de faire dans le présent travail.

La glande labiale d'une Hydrocorise est essentiellement constituée par une glande bilobée (glande principale des auteurs) comprenant un lobe antérieur, toujours petit, et un lobe postérieur, qui peut être très développé et se replier sur lui-même dans le thorax (exemple : *Nepa*), ou même pénétrer jusque dans l'abdomen (*Naucoris cimicoides* ♂, *Lethocerus*). Ces deux lobes sont constitués par de grandes cellules globuleuses, vacuolaires, souvent polynucléées, ou par de petits *acini* formés de 2 ou 3 grandes cellules, lesquels sont disposés radiairement autour d'un canal tapissé lui-même de petites cellules fusiformes. Au point de jonction des canaux des deux lobes se trouve l'origine du canal excréteur. Celui-ci se divise tout près de ce point ; une branche se rend à la « pompe salivaire » (Bugnion), et l'autre se termine par un élargissement considérable, terminé en cul-de-sac, le *réservoir* de L. Dufour, ou mieux la *glande accessoire* de Bugnion.

Histologiquement, la glande labiale est le lieu de trois sécrétions auxquelles la glande principale seule prend part.

Les trois produits de sécrétion que l'on peut caractériser sont :



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

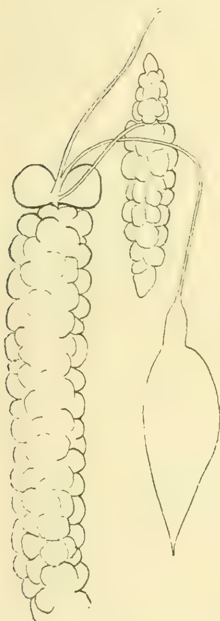


Fig. 4.

Schéma de la glande labiale chez diverses Hydrocorises.

Fig. 1. — *Notonecta glauca.* — Fig. 2. — *Naucoris cimicoïdes* ♂. — Fig. 3. — *Naucoris cimicoides* ♀ (le réseau trachéen est figuré). — Fig. 4. — *Lethocerus cardofanus.*

1° Un corps gras, de nature variable suivant les espèces ;

2° Un produit précipitable par l'alcool, et colorable par la fuchsine S et l'orange G;

3° Un produit précipitable par l'alcool, et colorable par le bleu d'aniline.

On voit aussitôt que deux genres de méthodes histologiques devront être employées pour l'étude de ces glandes :

1° Les fixations osmiques ou chromiques propres à insolubiliser les graisses et à les mettre en évidence ;

2° Les fixations à l'alcool (additionné de bichlorure de mercure par exemple) suivies de la triple coloration de Mallory (fuchsine, orange G, bleu d'aniline) qui suffira toujours à distinguer et à localiser les deux produits précipitables par

l'alcool, lesquels sont certainement de nature albuminoïde (1).

Mes recherches, qui ont seulement pour but d'étudier quelques points négligés par les auteurs, ont porté sur *Notonecta glauca* et *furcata*, *Nepa cinerea*, *Naucoris cimicoides* et sur un Belostomide du Sénégal : *Lethocerus cardofanus* (*Belostoma niloticum*).

J'examinerai successivement la glande proprement dite et les trois parties qui la constituent, puis son canal excréteur, la glande accessoire, et enfin la pompe salivaire.

II. — Glande principale.

La structure générale de la glande principale des Hydrocorises a trop bien été étudiée par Bugnion pour qu'il soit utile d'y revenir en détail. Je dirai cependant que ses dimensions sont extrêmement variables la longueur atteignant 1^{mm},5 chez *Notonecta* et 2^{cmt},5 chez les Belostomides, et que cette glande est constituée essentiellement par un canal tapissé de petites cellules fusiformes, autour duquel sont disposées de grosses cellules vacuolaires plurinucléées, formant quelquefois comme autant de petits acini (*Nepa*, *Lethocerus*). Je n'ai jamais vu, au cours de la croissance de ces Insectes, une multiplication de ces cellules. En revanche, chacune de celles-ci grossit considérablement, comme on peut le voir en comparant

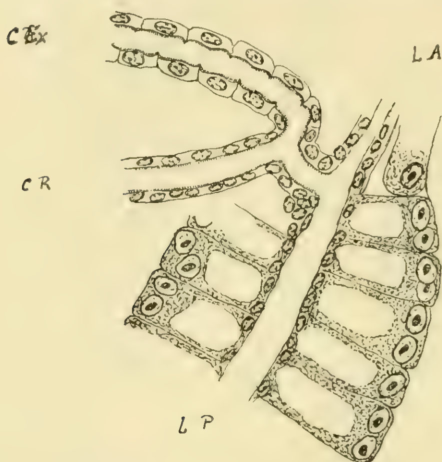


Fig. 5. — Coupe de la glande principale d'une jeune Notonecte de 3 millimètres. — LP, Lobe postérieur; LA, lobe antérieur; CR, canal de la glande accessoire; CEx, canal excréteur.

(1) Sans vouloir aborder dans ce travail purement anatomique la question du fonctionnement des glandes labiales des Hydrocorises, je ferai remarquer que des substances albuminoïdes peuvent se colorer en bleu ou en rouge par la méthode de Mallory suivant leur état. C'est ainsi que la partie du blanc d'œuf que l'on précipite sous forme de globuline par l'eau distillée se colore en bleu pur par cette méthode, tandis que l'albumine restée en solution se colore en rouge ou en violet après précipitation par un réactif.

(fig. 5) une coupe de la glande principale d'une Notonecte de 3 millimètres, montrant de petites cellules binucléées présentant déjà une vacuole centrale, et les grandes cellules de la glande adulte. Pendant la croissance de ces cellules, les noyaux, qui sont primitivement sphéruleux et renferment un nucléole plasmatique central entouré de granulations de chromatine, grossissent eux aussi et deviennent ovoïdes, ou même rubanés (*Lethocerus*) ; peut-être se segmentent-ils, surtout chez les grandes espèces.

La glande principale présente *toujours* un lobe postérieur et un lobe antérieur. Le premier est de beaucoup le plus considérable, puisque sa longueur varie depuis 1 millimètre chez *Notonecta* jusqu'à 2 centimètres chez les Belostomides. Sa position est assez variable ; toujours orienté suivant le grand axe de l'insecte, il peut se trouver dans la tête et le prothorax (*Notonecta*), dans le thorax tout entier (*Nepa*, *Naucoris* ♀) ou bien traverser le thorax dans toute sa longueur et pénétrer dans l'abdomen (*Naucoris* ♂, *Lethocerus*, fig. 6). Il peut enfin présenter un lobule postérieur (*Naucoris*), ou deux lobules antérieurs (*Nepa*, Belostomides).

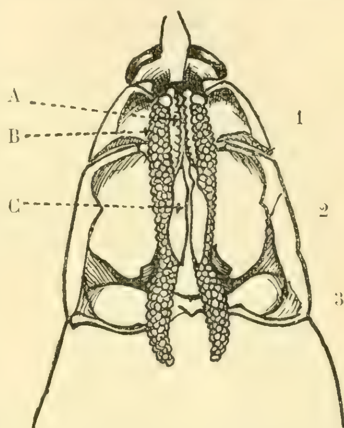


Fig. 6. — Position des glandes labiales dans le thorax de *Lethocerus cardofanus*. — A, Lobe postérieur ; B, lobe antérieur ; C, glande accessoire — 1, Prothorax; 2, mésothorax; 3, antérothorax.

Le lobe antérieur peut rester soudé au lobe postérieur (*Notonecta*, *Naucoris*) ou bien en être séparé par un canal plus ou moins long (*Nepa*, *Lethocerus*). Chez *Notonecta* il est situé dans la tête, chez les autres Insectes sus-cités il est contenu dans le prothorax.

Nous avons dit que la glande principale est le siège de trois sécrétions : deux sécrétions dont le produit est précipitable par l'alcool, ce qui indique sa nature albuminoïde, et une sécrétion graisseuse. Ces trois sécrétions sont parfaitement localisées en des points différents de la glande principale, de telle sorte que l'on peut considérer celle-ci comme étant constituée par trois

glandes distinctes que l'on pourrait désigner, suivant la nomenclature adoptée par Renaut, sous les noms de glandes rhagiocrines et de glande lipocrine. Nous pourrons distinguer encore la glande rhagiocrine cyanophile, dont le produit albuminoïde présente une constante affinité pour le bleu d'aniline, et la glande érythrophile, dont le produit albuminoïde présente une constante affinité pour la fuchsine et l'orange G.

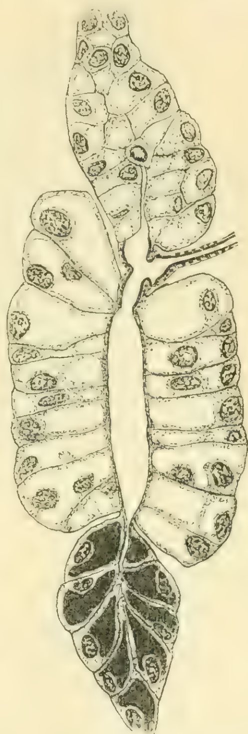
D'autre part, chaque lobe ou lobule de la glande étant spécialisé dans une fonction, on peut considérer chacun de ceux-ci comme une glande, et distinguer ainsi une glande antérieure et une glande postérieure qui peut elle-même se différencier en glande moyenne, terminale postérieure, latérales antérieures. Or, nous allons montrer qu'il n'y a pas correspondance entre cette classification morphologique et la classification histophysiologique en glandes rhagiocrines et glande lipocrine ; c'est-à-dire que, suivant les espèces, la glande antérieure pourra être rhagiocrine ou lipocrine, ainsi que la glande postérieure et ses subdivisions. En d'autres termes, la glande principale des Hydrocorises présente toujours la même structure générale et les mêmes fonctions, mais il n'y a pas superposition des homologies morphologiques et des homologies fonctionnelles. Nous verrons d'ailleurs que les divisions fondées sur la fonction ne sont pas toujours sans transitions.

La classification physiologique, seule intéressante au point de vue cytologique, servira de base à notre description.

A). *Glande rhagiocrine érythrophile* (produit de sécrétion précipitable par l'alcool, colorable par la fuchsine S, l'orange G et l'acide picrique). — Cette glande est la seule dont la position soit fixe, car chez toutes les espèces, elle correspond toujours, sinon à la totalité du lobe postérieur, du moins à la partie moyenne de celui-ci. C'est aussi celle dont la fonction est la plus développée, et qui comprend le plus grand nombre de cellules.

Naucoris cimicoides. — Chez *Naucoris*, les cellules de cette glande sont volumineuses et font saillie à la surface externe de l'organe. Elles sont constituées par une couche cytoplasmique pariétale renfermant deux ou trois noyaux ovoïdes, souvent très aplatis contre la paroi. Elles sont limitées extérieurement par une fine cuticule qui s'insinue entre les cellules

et les sépare complètement les unes des autres, et sont entourées par un réseau peu abondant de fibrilles musculaires striées et anastomosées ; du côté du canal glandulaire, ces cellules sont limitées par un réseau de cellules fusiformes. Le cytoplasma renferme un grand nombre de formations mitochondriales sous forme de grains ou de très courts bâtonnets souvent réunis en amas irréguliers et que je n'ai jamais réussi à colorer que par la méthode de Regaud (fig. 7), celle de Benda ne m'ayant donné que des résultats négatifs ou très peu distincts. L'intérieur de la cellule est occupé par une énorme vacuole dont le contenu, liquide *in vivo*, ne semble séparé du cytoplasma pariétal que par une différence de tension superficielle. Sous l'action



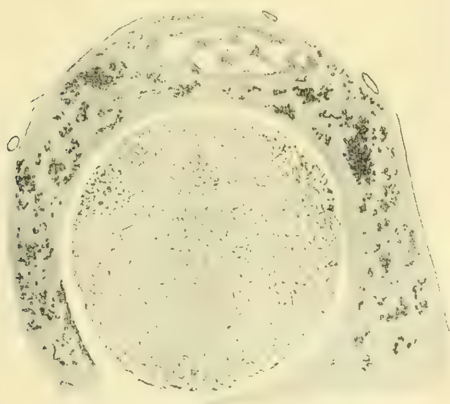


Fig. 7. — Cellule de la glande rhagiocrine de *Naucoris cimicoides* montrant des amas mitochondriaux colorés par la méthode de Regaud.

Fig. 8. — Coupe de la glande principale de *Naucoris cimicoides* ♂. (Le produit graisseux du lobe lipocrine est coloré en noir).

des précipitants des albuminoïdes, et particulièrement de l'alcool et du sublimé, ce liquide est précipité en filaments et en granulations irrégulières mesurant un à deux μ et formant une masse compacte. Ces granulations ont une forte affinité, après une semblable fixation, pour la fuchsine et l'orange G (méthode de Mallory), ainsi que pour l'acide picrique. Il m'a été impossible de voir un rapport quelconque entre ce

produit de sécrétion et les mitochondries ou d'autres granulations cytoplasmiques. La vacuole déverse son produit dans le canal glandulaire, à travers le réseau des cellules fusiformes.

Chez le *Naucoris cimicoides* ♀, la glande postérieure se termine dans l'antérothorax par un lobe replié sur le côté qui n'appartient plus à la glande rhagiocrine érythrophile. Celle-ci est donc localisée dans la région antérieure et moyenne de la glande postérieure. Chez le mâle, elle occupe seulement la région moyenne de cette glande (fig. 8).

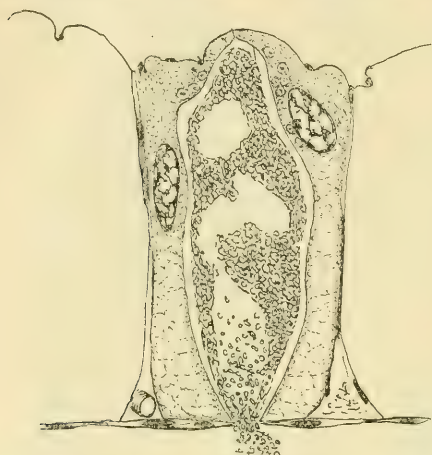


Fig. 9. — Cellule de la glande rhagiocrine érithrophile de *Nepa*.

Nepa, *Lethocerus*. — Chez ces deux genres, les cellules au lieu de rester accolées les unes aux autres comme chez *Naucoris* et *Notonecta*, forment de petits acini pédiculés entre lesquels les cellules fusiformes seules limitent le canal glandulaire. Chaque acinus est constitué par une couche cytoplasmique interrompue et renfermant de nombreux noyaux plus ou moins allongés et rubanés (*Lethocerus*) ou bien contenant trois ou quatre gros noyaux ovoïdes et semblant séparée en deux ou trois territoires cellulaires (*Nepa*) (fig. 9). Mais dans un cas comme dans l'autre une énorme vacuole occupe le milieu de l'acinus et vient s'ouvrir dans le canal entre les cellules fusiformes.

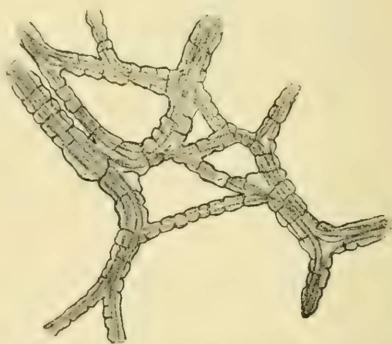


Fig. 10. — Réseau de fibrilles musculaires péri-cellulaires (glande principale de *Naucoris*).

Comme chez *Naucoris* une fine cuticule enveloppe extérieurement l'acinus, mais celui-ci est entouré par un réseau extrêmement riche de fibrilles

musculaires striées, anastomosées et enveloppées elles-même par un sarcolemme épais fortement colorable par le bleu d'aniline (fig. 11).

Chez ces deux espèces (fig. 11), la glande rhagiocrine érythrophile occupe toute la longueur, considérable nous l'avons vu, de la glande postérieure, sauf les deux lobes latéraux antérieurs décrits par Bugnion chez *Nepa* et que j'ai retrouvés chez *Lethocerus*.

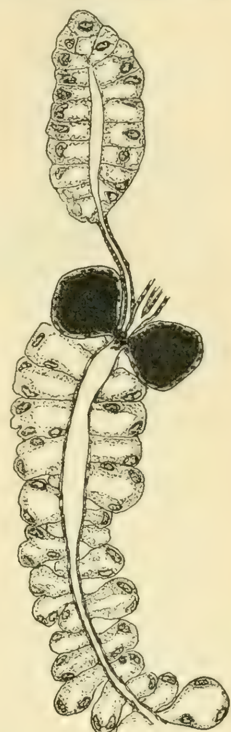


Fig. 11. — Coupe de la glande principale de *Nepa cinerea*.

Notonecta. — Chez ces Insectes les cellules restent accolées comme chez *Naucoris* et ne sont séparées entre elles que par une fine cuticule qui les enveloppe extérieurement. Les fibrilles musculaires périphériques sont très peu nombreuses. Le cytoplasma forme une mince couche pariétale et limite dans la cellule adulte, grâce à de nombreux tractus, non pas une vacuole centrale, mais un nombre très variable de vacuoles irrégulières. Il n'existe généralement qu'un seul noyau dans chaque cellule, et celui-ci peut être pariétal et très aplati, ou bien central, dans une masse cytoplasmique irrégulière, étoilée, reliée par des tractus à la couche pariétale. Cependant, lorsque les cellules sont extrêmement gonflées de liquide, celui-ci ne forme plus qu'une seule masse, et le cytoplasma forme une seule couche mince périphérique.

Pas plus que chez *Naucoris* je n'ai pu trouver de rapport entre le produit de sécrétion qui se montre toujours sous le même aspect : liquide *in vivo*, granuleux ou réticulé après précipitation, et des éléments cytoplasmiques tels que les mitochondries. Le seul indice de l'élaboration intracytoplasmique du liquide albuminoïde est l'apparition de petites vacuoles qui viennent se fondre dans la vacuole centrale, et qui, lorsqu'elles sont fixées, montrent déjà des granulations fuchsinophiles.

B) *Glande rhagiocrine cyanophile* (produit de sécrétion pré-

cipitable par l'alcool, colorable par le bleu d'aniline et l'acide picrique).

Naucoris cimicoides. — *Nepa cinerea.* — Chez ces deux Hydrocorises la glande cyanophile occupe le lobe antérieur tout entier de la glande principale. Celui-ci est constitué, comme le lobe postérieur, par un canal central limité par un réseau de petites cellules fusiformes entre lesquelles viennent s'ouvrir les grandes vacuoles des cellules sécrétrices disposées tout autour. Ces cellules, généralement pourvues d'un seul noyau, sont un peu moins volumineuses que celles de la glande érytrophile, mais leur structure est identique. Elles sont limitées extérieurement par une fine cuticule recouverte d'un réseau de fibrilles musculaires et de ramifications trachéennes, et possèdent une couche cytoplasmique pariétale dans laquelle la méthode de Regaud permet de déceler des amas mitochondriaux irréguliers, et la méthode de Benda des plages colorables peu distinctes. Le produit de sécrétion albuminoïde est liquide *in vivo* et semble également apparaître au sein du cytoplasma sous forme de vacuoles qui confluent avec la grande vacuole centrale. Après précipitation par les réactifs, tels que l'alcool au sublimé, ce produit prend l'aspect d'un granulum ou d'un réticulum fortement et électivement colorable par le bleu d'aniline (méthode de Mallory par exemple). Chez *Nepa* la glande rhagiocrine cyanophile est séparée de la glande érythrophile par un canal long de 100 μ environ, dont les cellules pariétales, sans caractère bien spécifique, appartiennent cependant, comme on le verra, à la glande lipocrine.

Lethocerus cordofanus. — Comme chez *Nepa*, le lobe antérieur (fig. 12), qui représente la glande cyanophile, est séparé du postérieur par un canal ; mais celui-ci s'insère au quart antérieur environ de la glande cyanophile qui se trouve ainsi bilobée ; le lobule postérieur de cette glande est seul purement cyanophile, et ses cellules ne diffèrent de celles de la même glande chez *Nepa* et *Naucoris* que par la présence de noyaux multiples, petits et rubanés. Le lobule antérieur, au contraire, constitue une glande mixte, à la fois cyanophile et érythrophile. La vacuole centrale de chaque cellule est emplie par un liquide qui semble être un cytoplasma plus fluide que le cytoplasma

pariétal, et dans lequel on observe deux sortes de vacuoles : les unes renfermant après précipitation des grains très fins fortement colorables par la fuchsine, les autres renfermant des grains plus volumineux fortement colorables par le bleu d'aniline (Pl. XI, fig. 4). Les deux produits albuminoïdes sont donc ici élaborés dans les mêmes cellules, et le lobule antérieur du lobe antérieur de la glande principale de *Belostoma* est bien une glande rhagiocrine mixte.

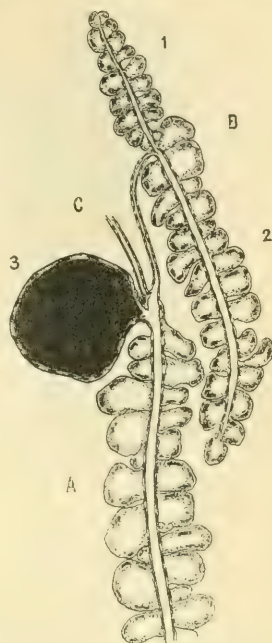


Fig. 12. — Coupe de la glande principale chez *Lethocerus*. — A, Lobe postérieur; B, lobe antérieur ; C, canal excréteur. — 1, Lobule mixte ; 2, lobule cyanophile ; 3, lobule lipocrine.

Notonecta. — Chez *Notonecta*, le produit albuminoïde cyanophile est sécrété par les mêmes cellules que le produit érythrophile. Le lobe postérieur de la glande principale constitue donc tout entier une glande rhagiocrine mixte, à la fois cyanophile et érythrophile.

Les cellules de cette glande ont déjà été décrites plus haut ; les tractus cytoplasmiques sont remplis de petites vacuoles qui confluent peu à peu les unes avec les autres jusqu'à former les grandes vacuoles caractérisques ; mais on observe après précipitation, dans ces petites collections liquides, soit des grains fuchsinophiles très fins, soit des grains plus gros colorables par le bleu d'aniline ; ces deux sortes de grains se retrouvent en amas irrégulier dans les grandes vacuoles et donnent à ces cellules l'aspect si bien décrit par A. Pettit et Krhon.

C) *Glande lipocrine* (produit de sécrétion constitué par une graisse neutre ou une lécithine [?]).

Notonecta glauca et furcata. — Chez les Notonectes (fig. 13), la glande lipocrine correspond au lobe antérieur tout entier de la glande principale. Elle est constituée par de grosses cellules à noyau unique et généralement central, disposées autour du canal tapissé de cellules fusiformes. Le cytoplasma de ces cellules renferme un grand nombre de petites vacuoles

contenant des granulations réfringentes *in vivo*, non colorables par le Sudan III, solubles dans l'alcool et les solvants des graisses, insolubilisées par l'action du peroxyde d'osmium et du trioxyde de chrome, colorables en brun jaunâtre par le premier de ces oxydants et incolorables par les couleurs d'aniline (sauf l'orange G) après l'action de ces réactifs. Je n'ai pas poussé plus loin l'identification de ce corps gras qui appartient vrai-



Fig. 13. — Coupe de la glande principale chez *Notonecta*.

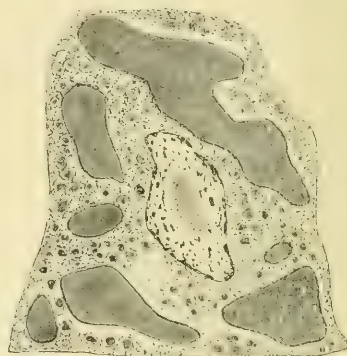


Fig. 14. — Cellule de la glande lipocrine (lobe antérieur) chez *Notonecta*.

semblablement, d'après ces caractères, à la catégorie des phosphatides. Les vacuoles renfermant ce produit peuvent confluer et former des vacuoles beaucoup plus considérables renfermant des masses compactes de ces granulations lipoïdes (fig. 14).

Naucoris cimicoides. — Chez cette espèce la glande lipocrine est constituée chez la femelle par un lobule postérieur du lobe postérieur de la glande principale, nettement séparé par un étranglement de la partie antérieure de celui-ci qui constitue la glande rhagiocrine érythrophile. Chez le mâle, outre ce lobule terminal, la région antérieure du lobe postérieur est également occupée par des cellules à graisse, de sorte que la

glande lipocrine est composée de deux parties séparées par la glande rhagiocrine.

Les cellules lipocrines sont volumineuses et contiennent trois ou quatre noyaux. Elles sont limitées extérieurement par une fine pellicule et entourées par des fibrilles musculaires et des ramifications trachéennes. Leur cytoplasma constitue une couche pariétale renfermant des granulations graisseuses et vraisemblablement aussi des mitochondries, bien que je n'aie jamais pu mettre ces formations distinctement en évidence. Il limite une grande vacuole centrale renfermant une énorme masse compacte de fines granulations graisseuses colorables en noir par le peroxyde d'osmium (fig. 15).

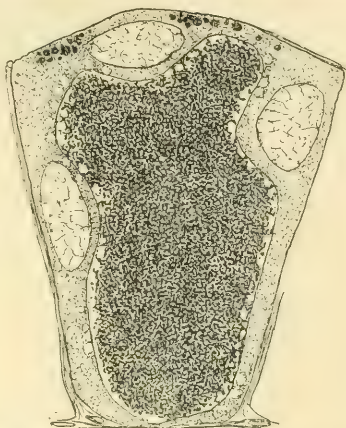


Fig. 15. — Coupe d'une cellule de la glande lipocrine chez *Naucoris*.

Nepa cinerea. — *Lethocerus*. — Chez ces espèces, la glande lipocrine est constituée par deux lobules sphériques situés à l'extrémité antérieure du lobe postérieur de la glande principale, de chaque côté du canal qui relie celui-ci au lobe antérieur.

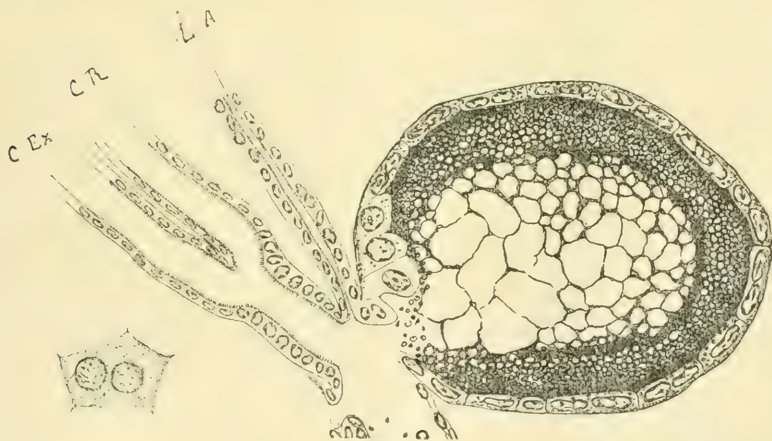


Fig. 16. — Coupe du lobule lipocrine de la glande principale chez *Nepa*. Aspect d'une cellule binucléée.

Ces deux lobules sont constitués par un épithélium à cellules plates renfermant généralement un noyau bigéminé (fig. 16); le canal qui se rend au lobe antérieur (glande rhagiocrine cyanophile) semble n'être que la continuation de cet épithélium. Je n'ai pas pu mettre en évidence, dans les cellules épithéliales lipocrines, de formations mitochondriales typiques, mais la méthode de Regaud m'a montré dans leur cytoplasma, qui est généralement homogène, un grand nombre de granulations irrégulières, plus ou moins grosses, quelquefois groupées en amas ou en bâtonnets, et qui semblent se transformer en vacuoles lipoïdes typiques dans les cellules épithéliales des lobules tout au moins; ces vacuoles sont à la périphérie du cytoplasma, soit dans la cellule, soit à l'extérieur de celle-ci (fig. 17),

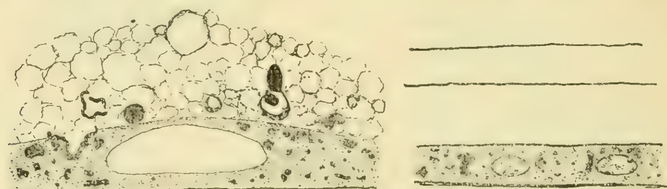


Fig. 17. — Cellules du lobule lipocrine et du canal du lobe antérieur colorées par la méthode de Regaud (mitochondries et vacuoles lipoïdes).

et il n'existe pas de transition entre ces éléments et les innombrables gouttelettes graisseuses, très réfringentes, très solubles dans tous les solvants des graisses et fortement colorables par le Sudan III et le peroxyde d'osmium, qui occupent toute la masse du lobule et lui donnent l'aspect laiteux décrit par Bugnion. L'épithélium des lobules lipocrines est tapissé extérieurement par une cuticule basale entourée elle-même par un réseau très riche de fibrilles musculaires striées (fig. 18) dont quelques-unes font tout le tour du lobule, ainsi que par de nombreuses ramifications trachéennes. Intérieurement, le cytoplasma des cellules de l'épithélium est séparé de la masse des gouttelettes graisseuses par une limite à peine distincte, uniquement due à la différence de tension superficielle qui existe entre le protoplasma et le liquide qui baigne les globules graisseux. Ce liquide est précipité par les réactifs en fines granulations peu colorables, et dessine un réseau à mailles arrondies lorsqu'on dissout la graisse après fixation.

(Il est intéressant de comparer, au point de vue cytologique, cette glande lipocrine avec les glandes mammaires en sécrétion).

Nous avons dit que l'épithélium des deux lobules lipocrines

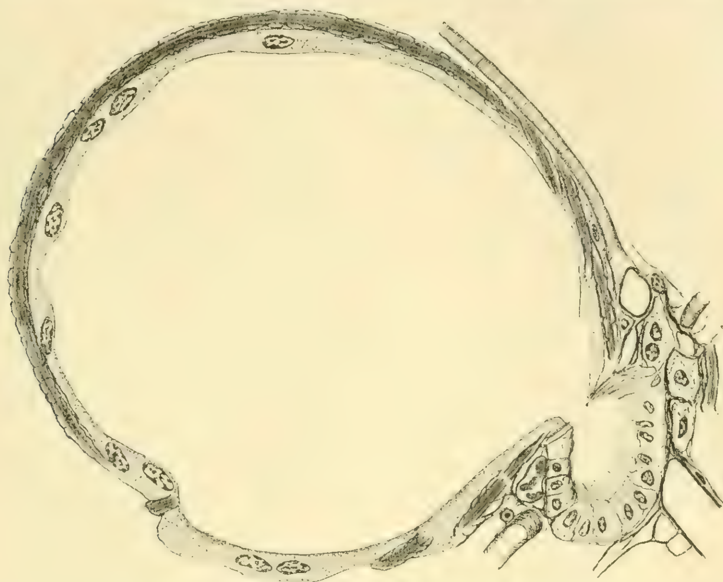


Fig. 18. — Coupe du lobule lipocrine chez *Nepa* montrant les fibrilles musculaires périphériques avec le sarcolement annelé. (Méthode de Mallory). On voit l'orifice et des ramifications trachéennes.

se continue dans le canal qui se rend à la glande rhagiocrine cyanophile. Les deux lobules s'ouvrent par un orifice ordinairement obturé par un bouchon de cellules épithéliales qui forme soupape, au point d'union de ce canal avec celui de la glande rhagiocrine érytrophile et avec le canal excréteur commun.



Fig. 19. — Coupe du canal excréteur chez *Nepa*.

III. — Canal excréteur

Le canal excréteur est constitué par une fibre chitineuse roulée en une spirale serrée comme dans une trachée, et recouverte extérieurement par une couche cellulaire.

Chez *Naucoris* et *Nepa* le calibre de ce canal est très régulier, la couche cellulaire qui l'enveloppe est assez mince et renferme un très grand nombre de noyaux de petites dimensions répartis sans aucun ordre particulier (fig. 19).

Chez *Notonecta* il n'en est plus ainsi, et les auteurs ont dès longtemps signalé l'aspect du canal excréteur de la glande, dont la surface est régulièrement bosselée.

Chez une jeune Notonecte de 2 à 3 millimètres on constate que la couche chitineuse du canal est recouverte par deux séries de cellules dont chacune entoure la moitié du cylindre constitué par ce canal. Chaque cellule est assez nettement limitée, et à chacune d'elles correspond une légère dilatation de la paroi chitineuse. A un état plus avancé, le noyau de chaque cellule, qui a considérablement grandi, se divise (sans doute par amitose) de manière à former un système bigéminé orienté obliquement par rapport aux génératrices du canal (fig. 20). Ce phénomène entraîne une complication de la topographie interne du canal dont les dilatations primitives s'incurvent obliquement et se correspondent de droite et de gauche de manière à constituer une sorte de spirale dont le dessin

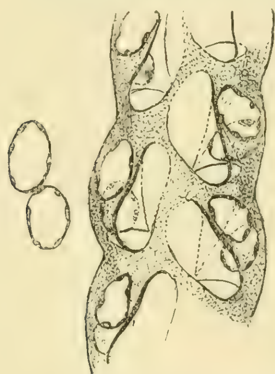


Fig. 20. — Aspect du canal excréteur chez *Notonecta*.



Fig. 21. — Armature chitineuse du canal excréteur chez *Notonecta*.

(fig. 21) saurait difficilement rendre compte. Une telle structure a manifestement pour résultat d'augmenter sensiblement et la section du canal et sa résistance aux déformations. Chez les *Lethocerus*, le canal est construit comme chez *Nepa* et chez *Naucoris*, mais la fibre chitineuse est élargie en une lame spirale perpendiculaire au grand axe des cellules du canal, et donnant ainsi l'aspect d'une bordure en brosse lorsqu'on examine une coupe longitudinale (Pl. XI, fig. 1).

Le canal excréteur relie la glande principale à la « pompe salivaire ». Tout près de la glande, il reçoit le canal du *réservoir*, constitué par une couche cellulaire recouverte, dans la lumière du canal, par une fibre chitineuse spirale. A son point de jonction avec la glande, le canal excréteur se renfle quelque peu et se divise en deux courtes branches évasées en forme d'entonnoir et toujours garnies d'une fibre chitineuse spiralée, qui sont continuées par les canaux des lobes antérieur et postérieur (*Notonecta*, *Naucoris*). Chez *Nepa* et *Belostoma*, il se divise en quatre branches très courtes dont deux servent d'orifice aux lobules lipocrines. Il existe généralement un bouchon épithélial formant soupape à chaque orifice lobaire ou lobulaire, de telle sorte que les trois produits de sécrétion élaborés par les deux glandes rhagiocrines et par la glande lipocrine, et accumulés dans les cellules et les cavités de chacune de ces glandes, ne se trouvent guère mélangés que dans le canal excréteur au moment de l'aspiration produite par le jeu de la pompe salivaire.

IV. — Glande accessoire.

Le réservoir ou glande accessoire (Bugnion) de la glande labiale des Hydrocorises est une sorte de poche terminée en cæcum et communicant avec la glande principale par un canal souvent très allongé qui s'ouvre dans le canal excréteur à l'origine de celui-ci. Cette poche est constituée par un épithélium à grandes cellules plates qui se continue sans transition avec la couche cellulaire du canal, lequel est garni intérieurement d'une fibre chitineuse roulée en spires serrées. La forme du réservoir varie avec les espèces : il peut présenter un renflement à l'origine du canal et se terminer par une poche allongée qui s'amincit peu à peu vers son extrémité fermée (*Notonecta*) ; il peut encore affecter la forme d'un long tube (*Naucoris*), ou encore constituer une poche globuleuse terminée par un long cæcum, de calibre régulier (*Nepa*).

Les fonctions de cet organe sont mal connues. Bugnion le considère comme résultant de la différenciation de l'un des lobes de la glande ; sa situation et son aspect montrent qu'il peut servir réellement de réservoir dans lequel s'accumulent les produits

sécrétés par la glande principale, et il suffit de considérer le mode d'ouverture de son canal, à l'origine du canal excréteur commun, et le bouchon épithélial qui chez *Nepa* forme soupape en avant de la glande proprement dite, pour comprendre que l'aspiration provoquée par le jeu de la « pompe salivaire » doit exercer son principal effet sur les liquides contenus dans ce réservoir. Cependant, je n'ai jamais pu déceler dans le contenu de cet organe, toujours empli d'un liquide clair et visqueux, aucun des trois produits sécrétés par la glande principale, et Bugnion admet qu'il pourrait bien aussi jouer un rôle dans l'élaboration des produits de la glande labiale ; c'est pourquoi il le nomme glande accessoire. Nous allons voir que les observations histologiques semblent venir à l'appui de cette opinion.

Les cellules de l'épithélium du réservoir, dont les limites sont souvent indistinctes, sont limitées du côté extérieur par une basale, et du côté intérieur par une bordure en brosse, déjà signalée par Bugnion, et dont l'aspect est très caractéristique. Les bâtonnets de cette bordure sont assez longs chez *Notonecta* (fig. 24) et chez *Nepa*, ils sont court chez *Naucoris* (fig. 22); ils présentent toujours des corpuscules basaux, bien colorables par l'hématoxyline ferrique et par la méthode de Benda. Chez *Notonecta* la surface de la bordure en brosse semble recouverte par une cuticule.



Fig. 22. — Cellule de la glande accessoire chez *Naucoris*.

Chez *Notonecta* et *Naucoris*, chaque cellule possède un seul noyau aplati, tandis que chez *Nepa*, on constate toujours, jusqu'à l'origine du canal, la présence de noyaux bigéminés (fig. 23). Je n'ai pu mettre en évidence des formations mito-

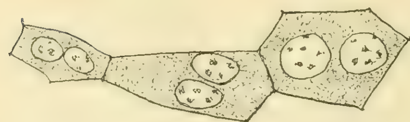


Fig. 23. — Cellules de la glande accessoire chez *Nepa*.

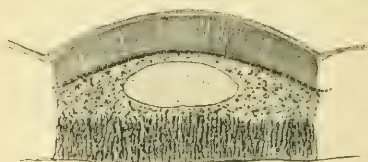


Fig. 24. — Cellule de la glande accessoire chez *Notonecta*. Bordure en brosse et mitochondries et chondriochontes basaux.

chondriales que chez *Notonecta*, où l'on peut voir, à la partie basale des cellules du réservoir, comme une rangée de bâtonnets granuleux, colorables par la méthode de Benda et ressemblant aux bâtonnets de Heidenhain, ainsi que des chondriosomes libres dans la partie supérieure de la cellule (fig. 24). Celle-ci est presque identique par sa structure aux cellules des tubes de Malpighi de la même espèce.

Chez *Naucoris* et chez *Nepa* je n'ai pu voir de semblables chondriochontes ; mais j'ai pu mettre en évidence des grains irréguliers, peu nombreux, plus ou moins volumineux, très colorables par la méthode de Regaud (fig. 25), et qui semblent



Fig. 25. — Épithélium du réservoir chez *Naucoris*. Boules lipoïdes et ramifications trachéennes.

être des vacuoles lipoïdes analogues à celles que l'on rencontre dans le tube urinaire des Vertébrés.

Le réservoir est très richement pourvu en ramifications trachéennes. Chez *Naucoris*, par exemple (fig. 3), un gros tronc trachéen donne deux rameaux au contact de la glande labiale : l'un de ceux-ci contourne le lobe postérieur de la glande principale et atteint le réservoir sur lequel il se ramifie en donnant un canal longitudinal qui suit le réservoir sur toute sa longueur et donne un grand nombre de rameaux, tandis que l'autre envoie un rameau à la glande principale et un second à la partie supérieure du réservoir. Les troncs trachéens sont extérieurement accolés à la basale de l'épithélium du réservoir, mais ils percent par endroit cette membrane, et se ramifient en fines trachées intracellulaires (fig. 25) que l'on peut suivre très longtemps dans le cytoplasma.

La structure complexe de l'épithélium du réservoir permet donc de supposer que cet organe ne joue pas simplement un rôle passif ; mais il est remarquable que sa structure le rapproche

beaucoup plus d'un organe excréteur (bordure en brosse, chondriochontes basaux, boules lipoïdes), que d'un organe proprement élaborateur.

V. — Pompe salivaire.

Le canal excréteur se rend de la glande à un petit organe céphalique dont Bugnion a montré le fonctionnement et le rôle aspirateur : la « pompe salivaire ».

La pompe des Hydrocorises est à peu près identique à celle des Géocorises si bien étudiée par ce savant anatomiste. Elle mérite cependant que l'on revienne sur sa description.

On sait que tous les organes d'un Insecte se forment aux dépens de replis de l'hypoderme, ou de cordons cellulaires.

La « pompe salivaire », si compliquée soit-elle de prime



Fig. 26. — Aspect des pièces du labium chez *Notonecta* montrant la pompe salivaire et ses apophyses chitineuses entre les stylets.

abord, n'échappe pas à cette règle, et apparaît comme étant

uniquement constituée par un ensemble de replis d'une lame chitineuse dépendant elle-même de la pièce basale du labium. Cette pièce porte deux prolongements latéraux antérieurs qui se recourbent de manière à envelopper les stylets qui constituent les mâchoires des Hydrocorises. Ces deux prolongements se replient du côté interne en formant deux lames chitineuses qui passent au-dessous des stylets, se soudent intimement au point où se trouve la pompe salivaire (constituée par de nouveaux replis de ces deux lames) et s'écartent en formant deux grandes apophyses qui pénètrent dans la tête (Voy. fig. 26 et 27). La pompe est formée par une seule pièce chitineuse en forme de *gastru-*

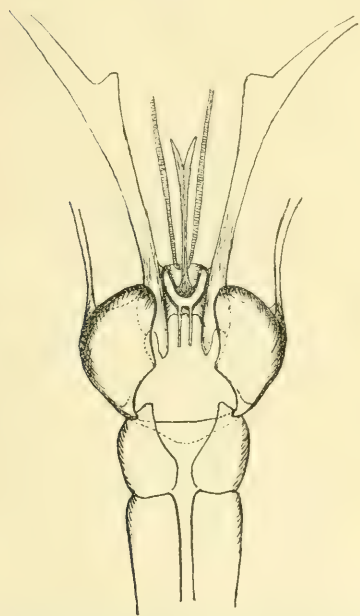


Fig. 27. — Disposition de la pompe salivaire à la base du labium chez *Lethocerus*.

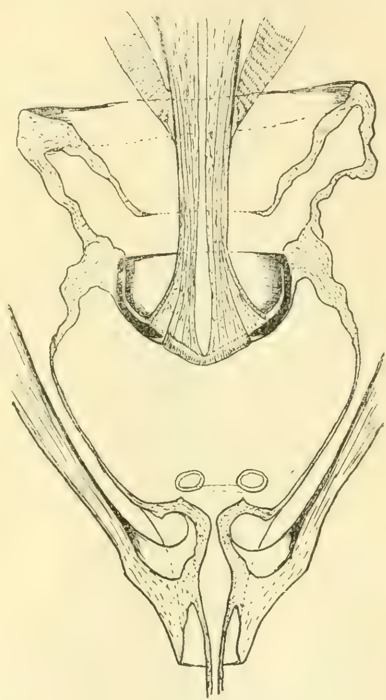


Fig. 28. — Coupe schématique de la pompe salivaire chez *Notonecta*.

la ; la paroi extérieure, presque conique se termine à son sommet par un petit canal efférent qui s'insinue entre les stylets (*Naucoris*, *Notonecta*, *Nepa*), ou par deux canaux parallèles (*Lethocerus*), et reçoit à sa partie inférieure, soit antérieurement (*Naucoris*), soit postérieurement (*Notonecta*, *Lethocerus*), les deux canaux excréteurs des deux appareils glandulaires. La

paroi intérieure, souple et élastique au point où elle s'unit à l'extérieure, est considérablement épaissie à son sommet qui s'invagine lui-même dans le sens postérieur et forme une longue tige chitineuse située entre les apophyses décrites plus haut. Un système de fibres musculaires relie cette tige aux deux apophyses qui constituent le bâti de la pompe dont le cône externe est le corps, et le cône interne le piston muni de sa tige. On comprend donc que la contraction des fibres musculaires fixées sur les

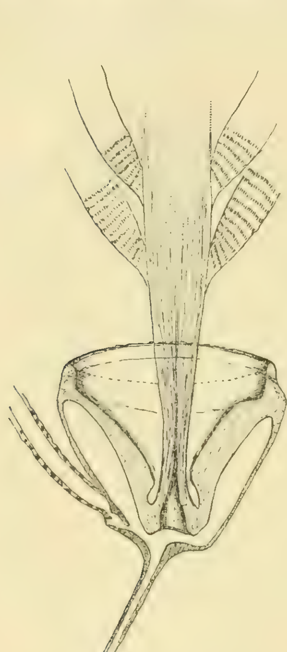


Fig. 29. — Coupe schématique de la pompe salivaire chez *Naucoris*.

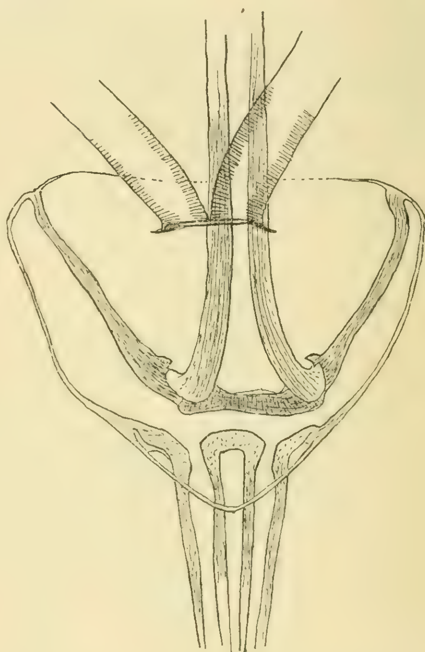


Fig. 30. — Coupe schématique de la pompe salivaire chez *Lethocerus*.

apophyses entraîne la tige du piston dans le sens postérieur et tend ainsi à dévaginer la « gastrula », c'est-à-dire à augmenter l'espace compris entre la paroi du corps de pompe et le piston. Il en résulte une aspiration et l'afflux, par les canaux excréteurs, des liquides glandulaires. L'action des fibres musculaires vient-elle à cesser, l'élasticité des parois chitineuses de la pompe tend à ramener le piston à sa position ordinaire, c'est-à-dire à invaginer la « gastrula » et par conséquent à repousser le liquide contenu dans sa cavité.

Chez *Lethocerus*, comme chez les Géocorises, les canaux

excréteurs s'ouvrent à la base du corps de pompe, au point où la paroi chitineuse se replie pour former le piston, aussi leurs orifices s'ouvrent-ils et se ferment-ils automatiquement lorsque le piston est attiré en arrière ou repoussé en avant, ce qui permet dans le premier temps l'afflux du liquide glandulaire, et dans le second son expulsion par le canal efférent de la pompe dans les pièces buccales. Chez *Notonecta* et *Naucoris* il n'en est plus ainsi, car les deux conduits excréteurs s'ouvrent au sommet du corps de pompe près du canal efférent. Mais dans ce cas, les deux canaux s'ouvrent obliquement dans la paroi du corps de pompe, et un prolongement de celle-ci forme une languette chitineuse qui obstrue leur ouverture et constitue une sorte de soupape ; celle-ci s'ouvre fatalement pendant l'aspiration et doit fermer l'ouverture sous l'action du reflux provoqué par le retour du piston.

On peut se demander comment l'aspiration produite par le retrait du piston peut avoir un effet utile sur les liquides glandulaires, puisque le ou les canaux efférents de la pompe, non munis de soupape, restent toujours béants. Mais on peut répondre en considérant la valeur des forces capillaires qui peuvent s'exercer dans des tubes d'aussi petit calibre, et en remarquant que la section des canaux venant des glandes est bien plus considérable que celle du canal de décharge de la pompe et que le débit de celui-ci est nécessairement bien inférieur à celui des canaux excréteurs glandulaires. Il faut considérer encore l'importance du réseau contractile qui enveloppe toute la glande principale. Si la contraction de ce réseau se fait en même temps que la contraction des fibres aspiratrices qui agissent sur le piston, son effet doit aider puissamment l'expulsion des liquides glandulaires jusque dans la pompe.

DESCRIPTION DE LA PLANCHE XI

Glande principale de *Lethocerus cardofanus*.

Fig. 1. — Épithélium du canal excréteur montrant la membrane basale et la section imitant une bordure en brosse de la lame chitineuse spirale garnissant la lumière du canal.

Fig. 2. — Fragment d'une cellule polynucléée de la glande rhagiocrine érythrophile montrant le cytoplasma pariétal avec un noyau et le contenu granuleux albuminoïde de la vacuole centrale.

Fig. 3. — Fragment d'une cellule polynucléée de la glande rhagiocrine cyanophyle montrant le cytoplasma pariétal avec un noyau et le contenu granuleux (globuline?) de la vacuole centrale.

Fig. 4. — Cellule polynucléée de la glande mixte montrant les deux produits albuminoïdes.

QUELQUES PHYLLOPODES ANOSTRACÉS NOUVEAUX

APPENDICE A LA MONOGRAPHIE SYSTÉMATIQUE DES PHYLLOPODES ANOSTRACÉS

avec 5 figures dans le texte

Par E. DADAY DE DEÉS

APPENDICE

J'ai reçu de M. le prof. E.-L. Bouvier, au mois de juillet 1910, une petite mais bien intéressante collection de Phyllopodes anostracés. Quand la susdite collection m'est parvenue, mon étude sur le sous-ordre des *Phyllopodes anostracés* était déjà terminée et en partie imprimée, de sorte qu'il ne m'a pas été possible d'intercaler dans ce travail les résultats de mon étude. Aussi dois-je publier en appendice, avec les dessins nécessaires, les espèces comprises dans cette collection.

La collection comprend sept espèces qui augmentent d'une unité le nombre des genres signalés dans mon étude, celui des espèces de trois, et celui des variétés de deux. Je donnerai plus loin la description du nouveau genre, des trois espèces et des deux variétés nouvelles. Le nombre total des genres de Phyllopodes anostracés s'élève donc à 21, celui des espèces à 87 et enfin le nombre total des variétés à 14. La distribution géographique des espèces étudiées dans cet appendice est bien intéressante, sans toutefois changer essentiellement ce que j'ai dit sous le titre de distribution géographique dans mon travail sur les Phyllopodes anostracés (p. 424-476).

Je dois faire ici observer, tout d'abord, qu'une des nouvelles espèces, la **Branchinecta Gaini**, nous prouve que le genre

Branchinecta vit dans la région antarctique, et que la **Branchinellites Chudeaui** est le représentant africain du genre **Branchinellites**, remplaçant le **Branchinellites Kugenumaensis** de l'Asie orientale; d'où il résulte que le nouveau genre **Branchinellites** augmente le nombre des genres des régions paléarctique et éthiopique. La **Branchinecta Gaini** augmente le nombre des espèces néotropicales, le **Branchinellites Chudeaui** et le **Streptocephalus sudanicus** celui des espèces éthiopiques.

Sp. **Branchinecta Gaini**, n. sp.
(Fig. 1, *a-q*.).

Mas. Corpus subcrassum, dimensionibus secundum localitates sat variabilibus. Truncus longitudine abdominis sine cercopodibus plus minusve brevior, segmentis in superficie politis. Abdomen novem segmentatum, trunco multo gracilius, segmentis cylindricis, diverse longis. Segmenta 6-8 abdominis multo longiora quam lata, longitudinem segmentorum ceterorum multo superantia. Segmenta 4-8 propre marginem posteriorem in latere utroque disco verrucoso, seta sensoria armato vestita (fig. 1, *i*). Segmentum ultimum abdominale in medio marginis posterioris bilobatum.

Cercopodes ensiformes, articulatione distincta a segmento abdominali ultimo disjuncti, longitudinem articuli abdominis ultimi multo superantes, sed longitudinem articulorum antecedentium duorum, simul junctorum multo non attingentes, sat angusti, apicem distalem versus sensim attenuati, marginibus dense aequaliterque setosis (fig. 1, *l*).

Caput fronte inermi, late arcuata. Antennae superiores filiformes, fere longitudine articuli basalis antennarum inferiorum in margine interiore uteunque serrulatae (fig. 85, *a*), apice subclavaceo, setis 4 longiusculis marginalibus bacillisque minutis sensoriis apicalibus armato (fig. 1, *g*).

Articulus basalis antennarum inferiorum subcrassus, in parte proximali subgeniculatus, in margine interiore vel anteriore carinatus, carina in latere dorsali et in margine denticulata (fig. 1, *a*, *c*). Articulus apicalis antennarum inferiorum arti-

culo basali brevior, subfalciformis, apice acuminato, acumine

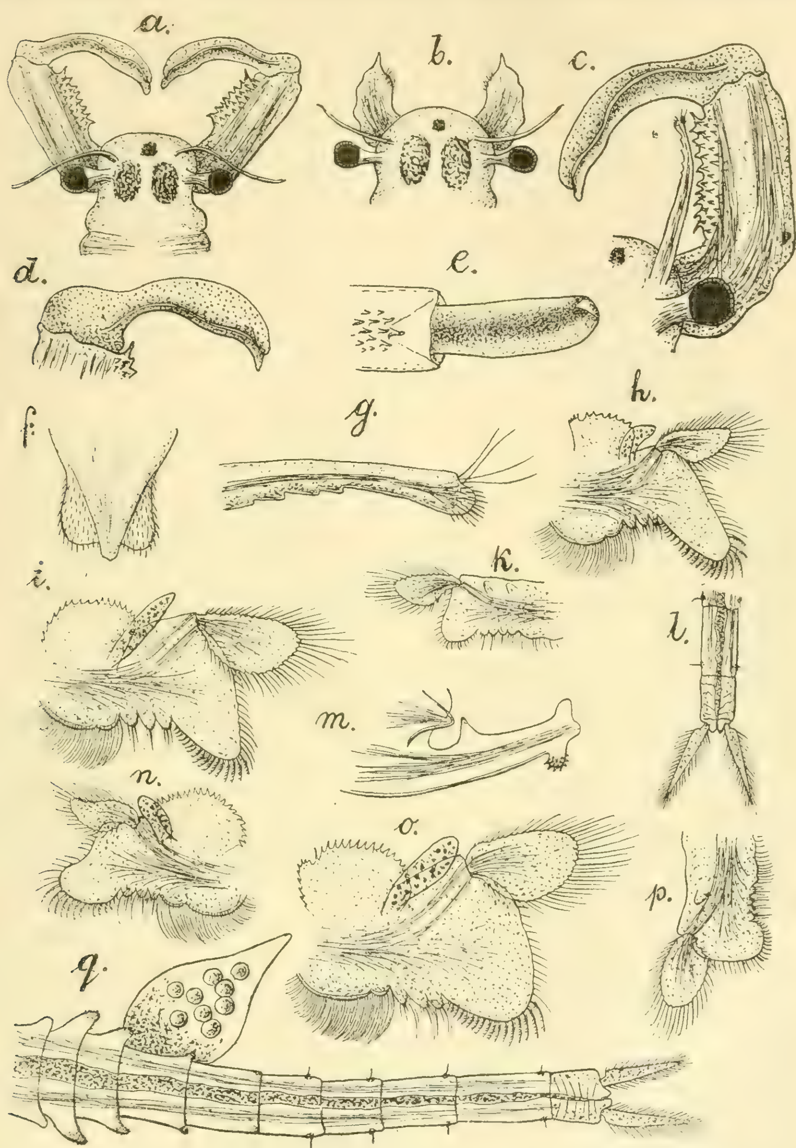


Fig. 1. — *Branchinecta Gaini.* — *a*, ♂ caput supra visum, 1-8; *b*, ♀ caput supra visum, 1-8; *c*, ♂ dimidium capitis supra visum, Reich. Oc. I. Obj. O; *d*-♂. antenna inferior a latere, Reich. Oc I, Obj. O; *e*-♂, antenna inferior a latere interiore, Reich. Oc. I. Obj. O.; *f*, ♂ labrum, Reich. Oc. I. Obj. O.; *g*, ♂, pars apicalis antennae superioris, Reich. Oc. I. Obj. 1.; *h*, ♂ pes primi paris, Reich. Oc. I. Obj. O.; *i*, ♂ pes 7 paris, Reich. Oc. I, Obj. O.; *k*, ♂ pes 11 paris, Reich. Oc. I, Obj. O; *l*, ♂ segmenta duo abdominis ultima cum cercopodibus, 1-8; *m*, ♂ penis, Reich. Oc. I. Obj. O.; *n*. ♂ pes primi paris, Reich. Oc. I. Obj. O.; *o*, ♂ pes 6-paris, Reich. Oc. I. Obj. O.; *p*, ♂ pes 11-paris, Reich. Oc. I. Obj. O.; *q*, ♀ abdomen cum sacculo ovigero et cercopodibus a latere dorsali, 1-8.

introrsum curvato (fig. 1, *a*, *c*), in latere exteriore vel posteriore convexus, in latere interiore vel anteriore concavus, sicut excavatus (fig. 1, *e*), in situ diverso forma variabili (fig. 1, *c*, *e*), superficie dilute granulosa.

Oculi pedunculati fere longitudine dimidia antennarum superiorum, capitulo in superficie laevi. Labrum in lateribus valde sinuatum, angulis posticis rotundatis, superficie dense setosa, processu marginis posterioris breviusculo, inermi (fig. 1, *f*).

Pedes structura subsimili. Pedes 1-10 paris lamina branchiali majuscula, in marginibus rotundatis serrato-denticulata (fig. 1, *h*, *i*), pedes vero 11 paris lamina branchiali rudimentaria, solum tuberculum parvum formante. Pedes 1-10 paris sacculo branchiali bene evoluto in marginibus integro, digitiformi, complanato (fig. 1, *h*, *i*), pedes vero 11 paris sacculo branchiali rudimentario (fig. 1, *k*). Endopoditum pedum primi paris extrorsum retrorsumque productum, utcunque cuneiforme, angulo acute rotundato, marginibus rectis, declivibus. Margo posterior vel inferior endopoditi alculeatus, aculeis sensim crescentibus, in latere interiore minute setosis. Angulus endopoditi setis 4 longiusculis, aculeiformibus, in margine inferiore minute setosis. Margo exterior endopoditi setosus, setis simplicibus, sensim decrescentibus. Exopoditum latiusculum, longitudinem dimidiam partis ceterae non attingens, marginibus crenulatis, sat dense setosis (fig. 1, *h*). Endita tria late coniformia, in apice aculeata, in marginibus setis 2-3 longis armata.

Pedes ceteri (2-10) pedibus anterioribus posterioribusque (11 paris) majores, structura parum divergente. Endopoditum utcunque cuneiforme, postice productum, margine posteriore declivi, aculeato, angulo acutiusculo rotundato, margine exteriore recto, setoso. Exopoditum in medio valde dilatatum, apice distali sat late rotundato, marginibus crenulatis sat dense setosis, longitudine dimidia partis ceterae (fig. 1, *i*).

Endopoditum pedum 11 paris ceteris multo minorum parum productum, angulo distali latiusculo rotundato, margine exteriore in parte superiore parum sinuato. Exopoditum acute terminatum, longitudinem dimidiam partis ceterae multo superans (fig. 1, *k*).

Penis basin intus tuberculo coniformi, lato, in apice rotundato. Articulus basalis penis in parte tertia proximali marginis interioris processu coniformi parvo, in margine exteriore prope apicem tuberculo aculeis minutis vestito armatus (fig. 85, *m*).

Longitudo totalis a fronte usque ad apicem cercopodum 11-18.2 mm.; longitudo trunci 5-8 mm.; longitudo abdominis 5-9 mm,; longitudo cercopodum 1-12 mm.

FEMINA. Corpus dimensionibus maris superans. Truncus longitudine abdominis sine cercopodibus parum brevior. Segmenta 9-11 thoracalia in angulo posteriore utrinque processu parvo pleurali, coniformi. Abdomen trunco gracilius, cylindricum, superficie dilute granulosa. Segmenta abdominis anteriora fere aequilonga. Segmentum genitale primum angulo posteriore utrinque producto, lobum conicum formante. Segmentum genitale secundum in lateribus postice extrorsumque productum, et in processu brevi, coniformi, granuloso exeuns (fig. 1, *g*). Segmentum abdominale tertium in margine posteriore supra in processum brevem, utcunque aculeiformem, granulosum productum. Segmenta 5-7 prope marginem posteriorem utrinque disco verrucoso, setam sensoriam gerente vestita. Segmentum abdominale ultimum longitudinem dimidiam articuli antecedentis multo superante, in medio marginis posterioris bilobatum.

Cercopodes ensiformes, apicem versus sensim attenuati, longitudinem segmenti antecedentis multo superantes, articulatione distincta a segmento abdominis ultimo disjuncti, marginibus dense aequaliterque setosis (fig. 1, *g*).

Caput fronte late rotundata, inermi. Antennae superiores longitudine antennarum inferiorum, filiformes. Antennae inferiores coniformes, acute terminatae, in medio marginis interioris lobo rotundato, in margine exteriore utcunque undulatae in latere dorsali parum inflatae. Oculi pedunculati longitudinem dimidiam antennarum superiorum multo superantes (fig. 1, *h*).

Pedes structura maris subsimiles. Lamina branchialis sacculusque branchialis pedum 1-10 paris pedum maris similes, pedes 11 paris sacculo branchiali rudimentario, lamina branchiali carentes (fig. 1, *p*).

Endopoditum pedum omnium postice solum mediocriter

productum. Endopoditum pedum primi paris extrorsum productum, margine posteriore in medio sinuato, setoso (fig. 1, *n*). Endopoditum pedum mediorum (2-10 paris) marginibus late rotundatis (fig. 1, *o*), pedum denique 11 paris margine interiore rotundato, exteriore vero subrecto (fig. 1, *p*).

Exopoditum pedum primi paris longitudine tertia partis ceterae, pedum mediorum longitudine dimidia partis ceterae, pedum denique 11 paris longitudinem dimidiam partis ceterae superans (fig. 1, *n*, *o*, *p*).

Sacculus oviger late fusiformis, apice posteriore acuto, longitudine fere segmentorum 5 abdominis anteriorum simul junctorum (fig. 1, *q*). Ova intra vitam virescentia.

Longitudo totalis a fronte usque ad apicem cercopodum 18-20 mm.; longitudo trunci 8 mm.; longitudo abdominis 9-10 mm.; longitudo cercopodum 1.3-1.5 mm.; longitudo sacculi ovigeri 5 mm.

Patria : Insula Petermann (Sund) et insulae parvae prope insulam Petermann in regione polari antarctica. Specimina numerosa collegit D. *L. Gain*, membrum expeditionis antarcticae a Domino *J. Charcot* directae, anno 1909, diebus 7-12 mensis februarii, praeterea diebus 1, 5, 7, 13 mensis martii.

Cette nouvelle espèce est dédiée à M. L. Gain, qui l'a découverte au cours de la campagne du « Pourquoi pas? » dirigée par M. Jean Charcot. C'est la seule du sous-ordre des **Phyllopoda anostraca** connue de nos jours dans la région antarctique : elle fut trouvée par 65° 10′ 34″ de latitude méridionale et 66° 32′ 30″ de longitude occidentale (méridien de Paris). Elle semble être bien fréquente là-bas, car M. *Gain* en recueillit de nombreuses exemplaires dans diverses localités, et ces exemplaires ne présentaient entre eux que des différences de grandeur. Les exemplaires provenant de l'île Petermann sont les plus grands, ceux des îlots voisins les plus petits. D'après les notes de M. *Gain* la vie de cette espèce dure deux mois (février, mars) et des exemplaires vivants furent pris dans les îlots environnant l'île Petermann sous une couche de glace de 5 à 7 millimètres d'épaisseur. La **Branchinecta Gaini** représente, dans la zone antarctique, deux espèces arctiques, l'**Artemiella Skorikowi** et la **Branchinecta Tolli**, dont la première vit

au 67°, la seconde au 68° de latitude septentrionale.

La **Branchinecta Gaini** nous rappelle, par la structure de l'article basilaire des antennes inférieures du mâle, la **Branchinecta paludosa** (O.F.M.); par la structure de l'article apical des antennes du mâle, la **Branchinecta Lindahli** Pack et la **Branchinecta coloradensis** Pack; enfin les petits prolongements pleuraux de segments 9-11 du tronc de la femelle nous rappellent la **Branchinecta Tolli** (G. O. Sars).

Sp. **Chirocephalus stagnalis** (Shaw).

Chirocephalus stagnalis, Daday, Monogr. system. p. 206 (fig. 25, *a-k*).

M. Chevreux recueillit en 1908 plusieurs exemplaires de cette espèce au *Croisic*, tant en eau douce que dans les marais salants. Ces exemplaires montraient au premier abord des différences suivant qu'ils provenaient des mares d'eau douce ou d'eau salée ; ainsi les exemplaires d'eau douce étaient beaucoup plus petits que ceux provenant des marais salants, ces derniers semblent des géants en comparaison des premiers.

L'étude minutieuse des exemplaires prouve qu'ils diffèrent, d'après la provenance, non seulement par les dimensions, mais aussi par la structure ; il est vrai qu'à ce dernier point de vue la différence n'est pas éclatante.

Les exemplaires provenant des mares d'eau douce sont conformes aux exemplaires typiques (p. 206, fig. 25, *a-k*) mais ceux recueillis en marais salants représentent une variété de l'espèce dont la description suit.

Chirocephalus stagnalis (Shaw) var. **salinus** n. var.

(Fig. 2 *a-c*).

Mas. Corpus robustum. Truncus longitudine abdominis sine cercopodibus. Segmenta thoracalia abdominaliaque omnia inermia. Cercopodes elongati, ensiformes, longitudinem segmentorum 3 abdominis posteriorum simul junctorum superantes, marginibus dense aequaliterque setosis.

Caput dilatatum fronte late rotundata, inermi. Antennae superiores fere longitudine articuli basalis antennarum infe-

riorum. Oculi pedunculati longitudine dimidia antennarum superiorum.

Articulus basalis antennarum inferiorum sat crassus, articulo apicali longior, apophyse elongata, uteunque digitiformi, in apice distali minute spinulosa (fig. 2, *a*). Articulus apicalis antennarum inferiorum falciformiter parum introrsum arcuatus, prope basin in margine interiore processu cuneiformi, introrsum spectante et in margine anteriore aculeis diversis, sat parvis armato (fig. 2, *a*).

Appendix antennalis serriformis longitudinem antennarum inferiorum multo superans, linguiformis, apicem distalem versus sensim attenuata, in quiete spiraliter contorta, in margine exteriore prope basin processibus 3-4 elongatis, validis, cylindricis, in apice et in latere ventrali aculeatis (fig. 2, *a*). Pars dimidia distalis marginis exterioris appendicis antennalis serriformis processibus plus minusve coniformibus, antecedentibus multo brevioribus, apicem distalem versus sensim abbreviatis, in medio lateris ventralis serie aculeorum minutorum vestitis. Margo interior a parte tertia proximali usque ad apicem distalem processibus digitiformibus vel coniformibus brevibus, iisdem marginis exterioris longioribus, oppositis, sensim abbreviatis, in latere ventrali denticulatis (fig. 2, *a*). Lamina basalis appendicis antennalis serriformis uteunque lobo triangulari similis, in margine anteriore recta, in interiore vero late arcuata, crenulata, crenulis anterioribus majoribus, lateralibus minoribus, in apice basique aculeatis ; angulo interiore distali in processu parvo, digitiformi exeunte, angulo vero exteriore distali late rotundato, processibus digitiformibus, in apice basique aculeatis ; prope marginem interiorem protuberantia sacciformi carens (fig. 2, *a*).

Pedes omnes structura formae typicae valde simili. Endopoditum pedum omnium in margine inferiore vel posteriore aculeis sensim crescentibus, introrsum declinatis armatum.

Penis basin processu valido, in parte interiore dense spinuoso armatus. Articulus basalis penis basin intus processu parvo coniformi. Aculeus apicalis penis brevis, rectus, aculeiformis (fig. 2, *c*).

Longitudo totalis a fronte usque ad apicem cercopodum

28 mm. ; longitudo trunci 12 mm., longitudo abdominis 12 mm. ; longitudo cercopodum 4 mm.

Femina. Corpus dimensionibus maris parum superans. Truncus longitudine abdominis sine cercopodibus parum brevior, segmentis omnibus inermibus. Segmenta abdominalia omnia inermia. Cercopodes ensiformes, longitudinem segmentorum 3 abdominis ultimorum simul junctorum non superantes, in marginibus dense aequaliterque setosi.

Caput fronte late rotundata, inermi. Antennae superiores lon-

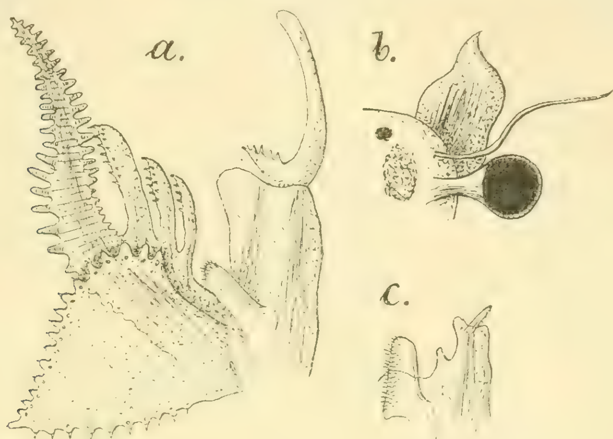


Fig. 2. — *Chirocephalus stagnalis* (*Shaw*). *var. salinus n. var.* — *a*, ♂ antenna inferior cum appendicibus ; 1-8 ; *b*, ♀, dimidium capitis, 1-8 ; *c*, ♂ organum copulatorium externum. Reich. Oc. 1. Obj. 0.

gitudinem antennarum inferiorum multo superantes. Antennae inferiores utcunque coniformes, apice acuminato, margine interiore fere in medio parum sinuato, margine exteriore late arcuato, sed in parte posteriore basali sinuato. Oculi pedunculati longitudinem dimidiam antennarum superiorum non attingentes (fig. 2, *b*).

Pedes omnes structura maris simili. Sacculus oviger elongato ovatus, apice posteriore acutiusculo, longitudine segmentorum 4 abdominis anteriorum simul junctorum.

Longitudo totalis a fronte usque ad apicem cercopodum 27 mm. ; longitudo trunci 11 mm. ; longitudo abdominis 13 mm. ; longitudo cercopodum 3 mm. ; longitudo sacculi ovigeri 7,5 mm.

Patria : Le Croisic in Gallia, e stagnis salinis collegit

D. *Chevreux* anno 1908. Specimina aliquot masculina femininaque e collectione Musaei nat. hist. parisiensis examinavi.

La variété décrite ci-dessus diffère de la forme typique par le fait que la pointe distale interne de la lame basale de l'appendice serriforme antennaire du mâle n'est pas allongée et que sur le bord interne manque la saillie en forme de sac. La femelle nous présente aussi quelques différences car elle n'a pas, comme la forme typique, une saillie conique au bord interne.

Il est fort intéressant de voir vivre cette espèce dans l'eau salée, car elle n'était connue jusqu'ici que dans l'eau douce. A ce propos, on doit constater que la vie dans l'eau salée ne peut pas transformer les caractères d'une espèce, et encore moins ceux d'un genre. Les différences que nous venons de constater entre les exemplaires vivant en eau douce et ceux qui vivant en eau salée, ne touchent, à mon sens, nullement les caractères de l'espèce.

Sp. **Chirocephalus stagnalis** (Shaw) var. **carinatus** n. var.

(Fig. 3, *a-k*.)

Mas. Corpus dimensionibus valde variabilibus. Truncus longitudinem abdominis sine cercopodibus plus minusve superans, segmentis omnibus in superficie inermibus. Abdomen cylindricum trunco multo gracilius, segmentis fere aequilongis, parum latioribus quam longis, in superficie inermibus. Cercopodes ensiformes, sat angusti, longitudine segmentorum 4 abdominis ultimorum simul junctorum, marginibus crenulatis, dense aequaliterque setosis.

Caput fronte latiusculo rotundata, inermi. Antennae superiores longitudinem articuli basalis antennarum inferiorum non attingentes. Oculi pedunculati longitudine dimidia antennarum superiorum.

Articulus basalis antennarum inferiorum sat crassus, longitudine articuli apicalis, apophyse elongata, digitiformi, in apice minute spinulosa (fig. 3, *a*). Articulus apicalis antennarum inferiorum falciformiter introrsum arcuatus, apicem distalem

versus parum attenuatus, apice angustato, prope basin in margine interiore processu cuneiformi introrsum spectante,

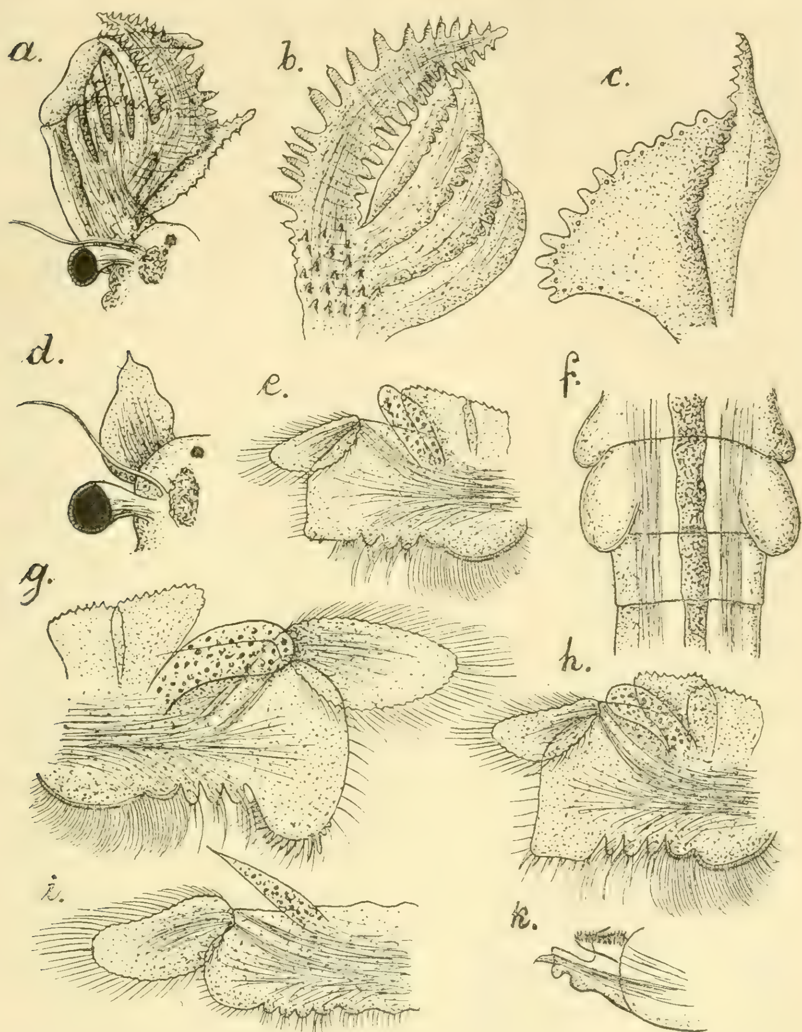


Fig. 3. — *Chirocephalus stagnalis* (*Shaw*) *var. carinatus n. var.* — *a*, ♂ dimidium capitis supra visum, 1-8; *b*, ♂ appendix antennalis serriformis a latere ventrali. Reich. Oc. I. Obj. O.; *c*, ♂ lamina basalis appendicis antennalis a latere dorsali. Reich. Oc. I. Obj. O; *d*, ♀ dimidium capitis, 1-8; *e*, ♂ pes primi paris. Reich. Oc. I. Obj. O.; *f*, ♀ segmentum ultimum trunci segmentaque duo abdominalia anteriora, a latere dorsali, 1-8: *g*, ♂ pes 6-paris. Reich. Oc. I. Obj, O.; *h*, ♂ pes 2-paris. Reich. Oc. I. Obj. O.; *i*, ♂ pes 11-paris. Reich. Oc. I. Obj. O.; *k*, ♂ organum genitale exterius, Reich. Oc. I. Obj. O.

in margine anteriore aculeato, aculeis diversis, sat parvis (fig. 3, *a*).

Appendix antennalis serriformis longitudinem antennarum inferiorum non attingens, linguiformis, apicem distalem versus sensim attenuata, in quiete spiraliter contorta. Margo exterior appendicis prope basin processibus 4 elongatis, validis, cylindricis, in apice et in latere ventrali aculeatis (fig. 3, *a*, *b*), in parte cetera majore vero processibus plus minusve coniformibus, multo brevioribus, apicem distalem versus sensim abbreviatis, in latere ventrali seriebus duabus aculeorum minutorum vestitis (fig. 3, *b*). Margo interior a parte quarta proximali usque ad apicem distalem processibus digitiformibus vel conicis, marginis exterioris parum longioribus iisdem utcunque oppositis, sensim abbreviatis, infra seriebus duabus aculeorum minutorum armatis (fig. 3, *b*). Lamina basalis appendicis serriformis in toto utcunque lobiformis, in margine anteriore et interiore subrotundata, apice interno-apicali producto, processibus digiti- vel coniformibus, brevibus, marginalibus, basin aculeo armatis, in margine interiore serie longitudinali aculeorum marginalium et submarginalium diverse magnorum, prope marginem interiorem protuberantia sacciformi (fig. 3, *c*).

Pedes structura parum dissimili, exceptis ultimis laminis branchialibus duabus, in marginibus serrato-crenulatis; sacculo branchiali sat dilatato, in marginibus inermi (fig. 3, *e. g. h. i*).

Pedes 1-5 paris endopodito infra non vel parum producto, in margine inferiore vel posteriore recto, aculeis 1-2, aut pluribus setisque e basi aculeorum exeuntibus; in margine exteriore declivi, rare setoso (fig. 3, *e h*). Exopoditum longitudine dimidia, aut longitudinem dimidiam partis ceterae parum superans. Endita tria sat late coniformia, in apice setis brevibus et in latere setis longis armata (fig. 3 *e*, *h*).

Endopoditum pedum 6-10 paris postice sat productum, late rotundatum, aculeis sensim crescentibus setisque a basi aculeorum exeuntibus armatum, in margine exteriore subrectum, crenulatum, setosum (fig. 87, *g*). Exopoditum longitudinem dimidiam partis ceterae parum superans. Endita tria structura pedum antecedentium, sed majora.

Pedes 11-paris laminis branchialibus rudimentarii, sacculo branchiali angusto, acumine terminato. Endopoditum in toto

lobiforme, marginibus rotundatis, non productum, solum setis marginalibus armatum. Exopoditum longitudinem dimidiam partis ceterae superans. Endita tria brevia, latiuscula, rotundata, in apice setis brevibus armata (fig. 3, *i*).

Penis basin subtus processu corneo, utcunque cuneiformi, in margine interiore dense spinuloso, spinulis minutis. Articulus basalis penis extus bituberculatus. Aculeus apicalis penis brevis (fig. 3, *k*).

Longitudo totalis a fronte usque ad apicem cercopodum 13-28 mm.; longitudo trunci 6-14 mm.; longitudo abdominis 5-11 mm.; longitudo cercopodum 2-6,5 mm.

Femina. Corpus in dimensionibus maris fere simile. Truncus longitudinem abdominis sine cercopodibus parum superans. Segmenta 3-5 thoracalia tuberculo pleurali parvo, segmenta vero 9-11 utrinque processu lobiformi pleurali. Segmenta abdominalia omnia cylindrica, fere aequilonga, longitudine latitudinem non vel parum superante. Segmentum genitale primum in latere dorsali utrinque lobo oviformi, marginem posteriorem superante (fig. 3, *l*). Segmentum genitale secundum segmentaque abdominalia cetera inermia. Cercopodes ensiformes, angusti, longitudinem segmentorum 3 abdominis posteriorum simul junctorum parum superantes, marginibus dense aequaliterque setosis.

Caput fronte latiusculo rotundata, inermi. Antennae superiores longitudinem antennarum inferiorum superantes. Antennae inferiores utcunque coniformes, in latere dorsali inflatae, in medio marginis interioris exteriorisque sinuatae, itaque bilobatae, sed processu marginis interioris carentes. Oculi pedunculati longitudinem dimidiam antennarum superiorum non superantes (fig. 3, *d*).

Pedes structura maris subsimili. Endopoditum pedum omnium aculeis marginis posterioris vel inferioris carens, exceptis pedibus 1-6 paris lobum rotundatum formans. Pedes 11-paris structura maris simili.

Sacculus oviger elongato ovatus, apice posteriore acutiusculo, longitudine segmentorum 5 abdominis anteriorum, simul junctorum. Ova membrana reticulata tecta.

Longitudo totalis a fronte usque ad apicem cercopodum

15-27 mm.; longitudo trunci 7-12 mm.; longitudo abdominis 6-11 mm.; longitudo cercopodum 2-4 mm.; longitudo sacculi ovigeri 4-9 mm.

Patria : Regio de Vardar, Kadikoz Vatilak in Macedonia, specimina a D. Michel anno 1909, die 10 mensis decembris collecta, e collectione Musaei nat. hist. parisiensis numerosa examinavi.

La variété décrite ci-dessus est conforme, en général, à la forme typique du **Chirocephalus stagnalis** (Shaw). Les caractères les plus frappants de cette variété sont les arcs et les rehaussements pleuraux situés sur les segments 1-3 et 9-11, ou éventuellement, sur tous les segments du tronc de la femelle, puis l'arc oblique situé sur les deux côtés dorsaux du premier segment génital, les autres n'ayant point d'arc. Cette variété se distingue encore par la forme de l'endopodite (qui est fort court) des pattes du mâle.

Il semble que cette variété soit très répandue et que les exemplaires de grande dimension de l'espèce appartiennent pour la plupart à cette variété. Par exemple, les exemplaires de provenance de Saône-et-Loire, près de Chagny, Argenteuil Gospics, Siroka-Kula, Vrhovina, Bulea (voir p. 210-211 de ma monographie).

Gen. **Branchinellites**, nov. gen.

Branchinella Sayce-Daday pro parte.

Corpus mediocre. Truncus longitudinem abdominis sine cercopodibus plus minusve superans segmentis inermibus. Segmenta abdominalia omnia inermia, excepto ultimo aequilonga, aut tam longa quam lata, aut latiora quam longa. Segmentum abdominis ultimum antecedente duplo brevius. Cercopodes ensiformes, angusti, articulatione distincta a segmento abdominis ultimo disjuncti, mobiles, marginibus setosis.

Caput maris plus minusve dilatatum, fronte appendice pedunculata, bifurcata armata. Appendix frontalis longitudinem antennarum inferiorum multo superans, structura variabili. Caput feminae fronte rotundata, inermi. Oculi pedunculati capitulo polito, inermi.

Antennae inferiores maris biarticulatae, disjunctae, articulis distinctis, capite mobili insertae. Articulus basalis antennarum inferiorum maris apophyse carens, *in angulo interiore distali appendice serriformi, antennali*. Articulus apicalis antennarum inferiorum maris falciformis, processu basali carens.

Pedes omnes structura endopoditi simili, lamina branchiali unica. Endopoditum pedum omnium angulo inferiore vel posteriore extrorsum producto.

Articulus apicalis penis vermiformis, elongatus, in lateribus denticulato aculeatus.

Species generis huius duae adhuc cognitae sunt incolae stagnorum aquae dulcis in Asia orientali et Africa occidentali.

Conspectus Specierum generis Branchinellites hucusque cognitarum.

1. Articulus basalis antennarum inferiorum maris in latere ventrali inermis; ramulus superior simplex rami appendicis frontalis ramulo inferiore bipartito brevior, falciformis. . . **Branchinellites Kugenumaensis** Ish.
2. Articulus basalis antennarum inferiorum maris in latere ventrali serie longitudinali aculeorum 6 parvorum; ramulus superior simplex rami appendicis frontalis ramulo inferiore multo longior, linguiformis . . . . **Branchinellites Chudeaui**, n. sp.

J'ai décrit une espèce de ce genre comme appartenant au genre **Branchinella**, dans mon étude précédente (voir p. 271, fig. 42) Cette espèce est la **Branchinella kugenumaensis** (Ish.); par la forme développée et par la structure des appendices frontaux elle présente une parenté proche avec le genre **Branchinella**, mais elle en diffère tant par l'appendice antennal situé sur le bout antéro-interne de l'article basilaire des antennes inférieures du mâle que je juge nécessaire de la mettre dans un nouveau genre. Ce dernier nous rappelle du reste, par son appendice antennal, les genres **Pristicephalus** et **Chirocephalopsis** de la sous-famille des **Chirocephalinae**; il faut remarquer, en effet, que l'appendice antennal ne sort pas, comme chez ces derniers genres, du quart proximal mais du bout distal de l'article basal des antennes inférieures du mâle.

La présence des appendices antennaux et frontaux dans le genre **Branchinellites** nous présente une forme de transition entre les sous-familles des **Chirocephalinae** et des **Branchi-**

nellinae, ainsi qu'entre les genres **Branchinella** et **Dendrocephalus**.

Sp. **Branchinellites Chudeaui**, n. sp.
(Fig. 4, *a-z*.).

Mas. Corpus sat gracile. Truncus longitudinem abdominis sine cercopodibus multo superans segmentis cunctis in superficie politis. Segmenta abdominis, excepto segmento ultimo, fere aequilonga, latitudine longitudinem duplo superante, in superficie polita (fig. 4, *e*). Segmentum abdominis ultimum antecedente plus quam duplo brevius, margine posteriore coniformi.

Cercopodes ensiformes, longitudine segmentorum 5 abdominis posteriorum simul junctorum, apicem versus sensim attenuati, marginibus crenulatis, aequaliter denseque setosis (fig. 4, *e*).

Caput sat angustum fronte appendice armata. Appendix frontalis longitudinem antennarum inferiorum magnopere superans, in situ naturali longitudine trunci, in partes tres divisa (fig. 4, *a*). Pars basalis appendicis frontalis basi parum inflata, in parte cetera maxima fere aequilata, in quiete, scilicet in situ naturali, in toto parum arcuata, in tegumento dorsali rigidiusculo, latere dorsali arcuato, polito, latere vero ventrali parum excavato, in longitudine totali aculeis diverse magnis armato. Pars media appendicis frontalis longitudinem partis antecedentis magnopere non attingens, in tegumento rigidiusculo, in dimidio apicali bifurcata et intus aculeis 4-5 armata (fig. 4, *a d*). Pars apicalis appendicis frontalis biramosa, ramis in ramulos duos, unum superiorem, alterum inferiorem, magnitudine, forma structuraque diversos divisis. Ramulus superior elongatus, mollis, altero duplo longior, linguiformis, apicem distalem versus sensim angustatus, in latere ventrali aculeis diversis obtectus, prope basin intus processu aculeiformi validiusculo (fig. 4, *a d*). Ramulus inferior in dimidio proximali parum inflatus, in margine interiore vel superiore aculeis 4-5 armatus, in latere ventrali aculeis diversis vestitus, in dimidio vero distali cheliformiter bipartitus, digitis chelae

aculeis non numerosis parvis armatis. Digitus chelae superior altero parum longior, subrectus vel parum deorsum curvatus,

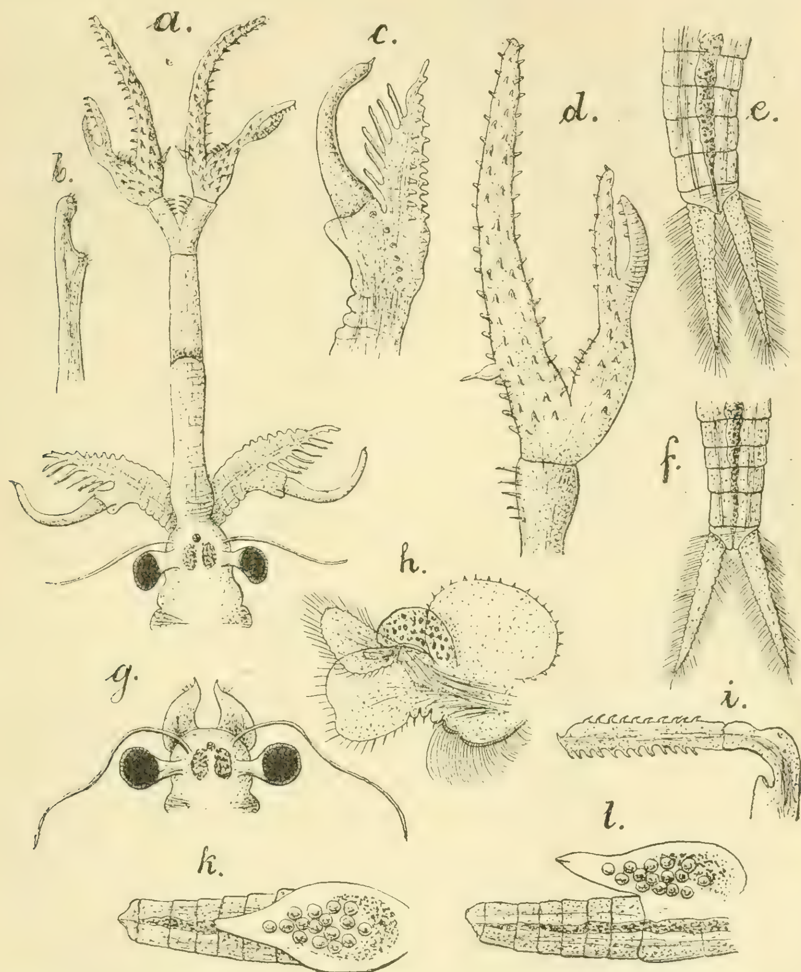


Fig. 4. — *Branchinellites Chudeaui*, n. sp. — *a*, ♂ caput supra visum, 1-8; *b*, ♂ pars distalis processus digitiformis appendicis antennalis serriformis. Reich. Oc. I. Obj. I; *c*, ♂ antenna inferior infra visa. Reich. Oc. I, Obj. 0; *d*, ♂ dimidium partis apicalis appendicis frontalis infra visum. Reich. Oc. I. Obj. 0, ; *e*, ♂ segmenta 4-9 abdominalia cum cercopodibus, 1-8; *f*, ♀ segmenta 4-9 abdominalia cum cercopodibus, 1-8; *g*, ♀ caput surpra visum, 1-8; *h*, ♂ pes primi paris. Reich. Oc. I. Obj. 0. ; *i*, ♂ penis. Reich. Oc. I. Obj. 2; *k*, *l*, ♀, abdomen cum sacculo ovigero, 1-8.

mollis, digitus vero inferior subfalciformis, sursum arcuatus, in superficie dense annulosus, in tegumento rigidiusculo (fig. 4, *a*, *d*).

Antennae superiores longitudinem articuli basalis antennarum inferiorum magnopere superantes. Antennae inferiores biarticulatae. Articulus basalis antennarum inferiorum sat gracilis, rare annulosus, in angulo distali anteriore vel interiore processu utcunque serriformi armatus, in latere ventrali serie longitudinali aculeorum 6 parvorum (fig. 4, *c*). Processus serriformis articuli basalis antennarum inferiorum longitudinem articuli apicalis superans, apicem distalem versus sensim angustatus, in margine interiore tuberculis coniformibus serieque submarginali ventrali aculeorum parvorum, in margine vero exteriore processibus digitiformibus 6 armatus (fig. 4, *a*, *c*). Processus digitiformes in apice subclavacei, setis minutis sensoriis, in margine anteriore vel interiore prope apicem distalem tuberositate minute setosa (fig. 4, *b*). Articulus apicalis antennarum inferiorum falciformis, introrsum valde arcuatus, apicem distalem versus sensim attenuatus, superficie dilute granulosa, longitudine articuli basalis, in apice aculeo minuto armatus (fig. 4, *a*, *c*). Oculi pedunculati longitudinem antennarum superiorum multo non attingentes (fig. 4, *a*).

Pedes omnes lamina branchiali unica, valde dilatata, in marginibus rotundata, serrato-aculeata (fig. 4, *h*). Sacculus branchialis curvatus, latiusculus, marginibus integris. Endopoditum pedum omnium extrorsum productum. Endopoditum pedum primi paris in margine exteriore parum sinuatum, pedum vero ceterorum margine exteriore rotundato. Exopoditum pedum omnium, exceptis pedibus ultimis longitudine dimidia partis ceterae, marginibus crenulatis denseque setosis. Endita tria late coniformia.

Articulus basalis penis intus prope basin processu lato, coniformi. Articulus apicalis penis cylindricus, elongatus, vermiformis, in superficie serrato-denticulatus (fig. 4, *i*).

Longitudo totalis a fronte usque ad apicem cercopodum 14,5-15,5 mm.; longitudo trunci 7 mm.; longitudo abdominis 4,5-5 mm.; longitudo cercopodum 2,5-3 mm.; longitudo appendicis frontalis 8-9 mm.; longitudo ramuli superioris apicalis 4 mm.; longitudo partis proximalis appendicis frontalis 5 mm.; longitudo antennarum superiorum 3,mm.

Femina. Corpus dimensionibus maris similibus. Truncus lon-

gitudinem abdominis sine cercopodibus multo superans, segmentis in superficie politis. Abdomen apicem distalem versus sensim parum angustatum, segmentis fere aequilongis, duplo latiora quam longa, superficie polita. Segmentum ultimum abdominale forma structuraque maris similibus (fig. 4, *f*). Cercopodes ensiformes, longitudine segmentorum abdominis 5 ultimorum simul junctorum, marginibus crenulatis, dense aequaliterque setosis (fig. 4, *f*).

Caput fronte inermi, rotundata. Antennae superiores perlongae, longitudinem antennarum inferiorum plus quam duplo superantes. Antennae inferiores complanatae, utcunque coniformes, duplo longiores quam latae, apice acuminato, prope apicem fasciculo setarum parvarum. Oculi pedunculati longitudinem dimidiam antennarum inferiorum multo non attingentes (fig. 4, *g*).

Pedes omnes forma structuraque maris similes. Sacculus oviger utcunque fusiformis, apice posteriore acutiusculo, longitudine segmentorum 5 abdominis anteriorum simul junctorum. (fig. 4, *k*, *l*).

Longitudo totalis a fronte usque ad apicem cercopodum 14 mm.; longitudo trunci 7 mm. ; longitudo abdominis 5 mm.; longitudo cercopodum 2 mm. ; longitudo sacculi ovigeri 3,5 mm. ; longitudo antennarum superiorum 4 mm.

PATRIA : Bassin du Moyen-Niger, Simbidissi, collegit D. R. *Chudeau*, anno 1909, die 10 mensis junii. Specimina aliquot masculina femininaque e collectione Musaei nat. hist. parisiensis examinavi.

L'espèce décrite ci-dessus est dédiée à M. Chudeau, qui l'a découverte; elle ressemble au **Branchinellites** (**Branchinella**) **kugenumaensis** (Ish.) (voir p. 271 fig. 42), mais s'en peut facilement distinguer par la longueur et la structure de l'appendice frontal du mâle ainsi que par l'article basal des antennes inférieures du mâle. Il existe aussi une différence entre ces deux espèces dans la structure de l'endopodite des pattes et dans les dimensions relatives des segments abdominaux.

Sp. **Branchipodopsis affinis** O. Sars.

J'ai reçu récemment une femelle de cette espèce (étudiée et

figurée à la page 298, fig. 50 de ma monographie). Cet exemplaire unique fut recueilli par M. le Docteur L. VAILLANT à Cha-Tschesu (Asie centrale) le 8 juin 1909 ; il diffère des autres par la taille. Voici ses dimensions : longueur totale du front jusqu'au bout des cercopodes 16 millimètres, longueur du tronc 8 millimètres, de l'abdomen 7, des cercopodes 3 millimètres (c'est la longueur des 4 derniers segments ensemble), longueur du sac ovarien 3 millimètres (égale à la longueur des deux segments ensemble). Cet exemplaire est au Muséum d'histoire naturelle à Paris.

Sp. **Branchipus stagnalis** (L.).

J'ai étudié un grand nombre d'exemplaires qui furent recueillis par M. CORTIER à Tassili des Ajjeurs, Redir de Sfedil (ces deux localités du Sahara), le 3 novembre 1908. Ces exemplaires comprenaient des femelles et des mâles jeunes et mal développés. Les dimensions des exemplaires adultes sont assez petites ; les voici : longueur totale du mâle 12 millimètres, du tronc 5 millimètres, de l'abdomen 5 millimètres, des cercopodes 2 millimètres ; longueur totale de la femelle 11,2 millimètres, du tronc 5 millimètres, de l'abdomen 5 millimètres, des cercopodes 1,2 millimètre, longueur du sac ovarien 2 millimètres. Les exemplaires appartiennent au Muséum d'histoire naturelle de Paris.

Sp. **Streptocephalus torvicornis** (Waga).

M. CORTIER recueillit cette espèce avec la précédente dans les mêmes localités et à la même date. En étudiant une quantité des exemplaires recueillis par M. CORTIER, j'ai pu contaster que les mâles ne diffèrent de la forme typique (p. 361 de ma monographie) que par le manque d'épines à la branche inférieure ou interne des ciseaux des antennes inférieures. Le sac ovarien de la femelle est très long, il s'étend jusqu'au dernier segment abdominal. Du reste tous ces exemplaires devaient être jeunes, car ils étaient bien petits. Longueur totale du mâle 11 millimètres, du tronc 5 millimètres, longueur de l'abdomen 4,5 millimètres, des cercopodes 1,5 millimètre. La longueur totale de

la femelle égale 10,5 millimètres, le tronc a 5 millimètres, l'abdomen 4 millimètres, les cercopodes 1,5 millimètre, le sac ovarien mesure 3,5 millimètres.

Parmi les exemplaires, il y avait 17 mâles et 2 femelles.

Sp. **Streptocephalus sudanicus** n. sp.

(Fig. 5, *a-h*).

MAS. Corpus mediocre. Truncus longitudinem abdominis sine cercopodibus non vel parum superans, segmentis cunctis in superficie inermibus; abdomen trunco gracilius. Segmentum penultimum abdominale ceteris longius, segmentum vero ultimum antecedente multo brevius, in margine posteriore lobos duos formans (fig. 5, *a*). Segmenta abdominis omnia superficie inermi.

Cercopodes ensiformes, apicem distalem versus sensim mediocriter attenuati, longitudine fere segmentorum 3 abdominis posteriorum simul junctorum, marginibus crenulatis, dense aequaliterque setosis (fig. 5, *a*.).

Caput latiusculum appendice frontali ensiformi, apicem versus attenuata, acute terminata, longitudinem articuli basalis antennarum inferiorum fere attingente (fig. 5, *a*). Antennae superiores longitudinem articuli basalis antennarum inferiorum multo superantes. Articulus basalis antennarum inferiorum crassus, articulo medio brevior, marginibus annulatis, processu anteniformi ubique fere aequilato, subfalciformi, longitudine articuli ipsius (fig. 5, *b*). Articulus medius geniculatus, sat gracilis, annulosus, appendicibus sensoriis in latere interiore carens (fig. 5, *b*). Articulus apicalis cheliformis, trunco laevi. Digitus superior vel exterior chelarum instar lamellae lateralis aculeo longiusculo, deorsum extrorsumque vergente; in parte tertia proximali geniculatus, latiusculus, margine inferiore rotundato, in parte maxima cetera distalis rectus, valde elongatus attenuatusque, marginibus laevibus (fig. 5, *b*). Digitus inferior vel interior altero multo brevior, sed latior, apicem distalem versus sensim attenuatus, in parte proximali majore introrsum vel sursum, in parte vero apicali minore extrorsum vel deorsum curvatus, in margine interiore spinulis minutis dense vestitus,

basin intus tuberculo late coniformi armatus (fig. 5, *b*). Ocul pedunculati fere longitudine dimidia antennarum superio-: rum, capitulo magno, laevi.

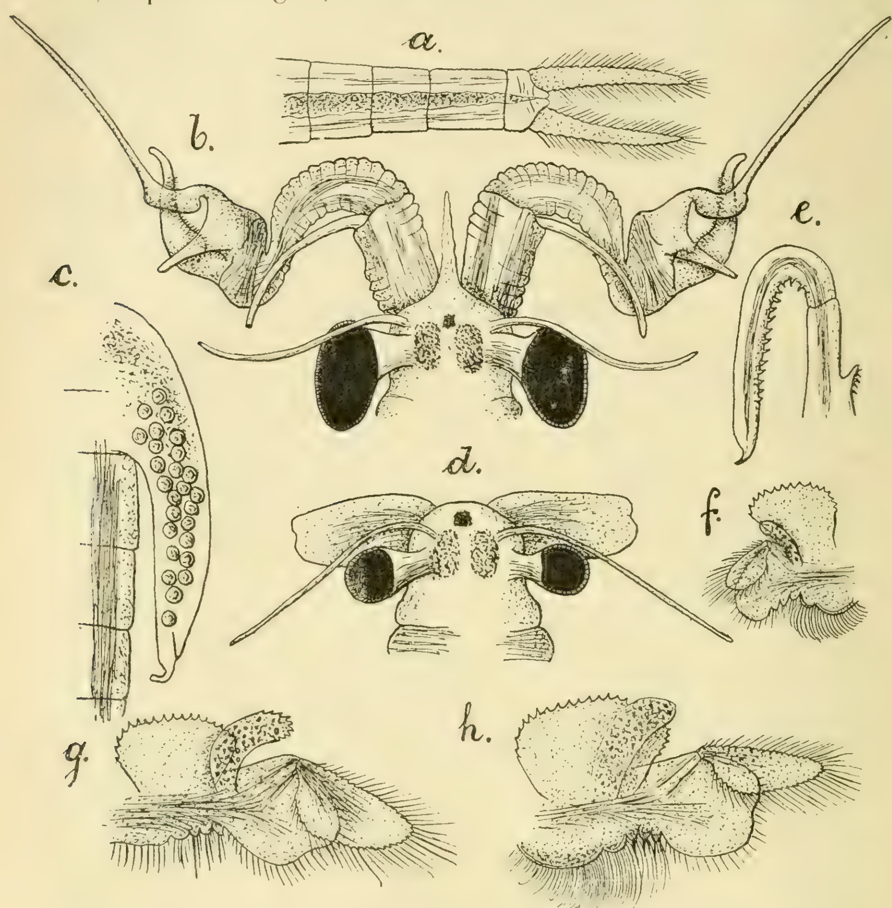


Fig. 5. — *Streptocephalus sudanicus n. sp.* — *a.* ♂ segmenta abdominis 4 posteriora cum cercopodibus, 1-8; *b*, ♂ caput supra visum, 1-8; *c*, ♀ sacculus oviger a latere; 1-8; *d*, ♀ caput supra visum, 1-8; *e*, penis. Reich. Oc. I. Obj. 0. ; *f*, ♂ pes primi paris. Reich. Oc. I, Obj. 0. ; *g*, pes 11-paris. Reich. Oc. I. Obj. 0. ; *h*, ♂ pes 6-paris. Reich. Oc. I. Obj. 0.

Pedes omnes lamina brachiali valde dilatata, in marginibus arcuatis serrato-denticulata. Sacculus branchialis pedum 1-10 paris latiusculus, marginibus integris, pedum vero 11 paris in apice rotundato serrato-denticulatus (fig. 5, *f*, *g*, *h*). Endopoditum pedum primi paris angulo inferiore vel posteriore et margine exteriore late arcuatis, endopoditum pedum cetero-

rum in medio marginis exterioris late sinuatum, in lobos duos partitum (fig. 5, *f*, *g*, *h*). Exopoditum pedum primi paris longitudinem partis ceterae non attingens, pedum mediorum longitudine dimidia partis ceterae, pedum denique 11 paris longitudinem dimidiam partis ceterae multo superans valdeque dilatatum. Endita tria late coniformia in apice aculeis, in latere setis longis armata.

Penis processu basali aculeiformi. Articulus apicalis valde elongatus, in marginibus aculeis parvis recurvatis armatus (fig. 89, *e*).

Longitudo totalis a fronte usque ad apicem cercopodum 19, 5-21 mm. ; longitudo trunci 9 mm. ; longitudo abdominis 8-9 mm. ; longitudo cercopodum 2,5-3 mm. ; longitudo digiti superioris vel exterioris articuli cheliformis antennarum inferiorum in parte distali attenuata 2.5 mm. ; longitudo articuli apicalis penis 2,5 mm.

Femina. Corpus dimensionibus maris parum superantibus. Truncus longitudine abdominis sine cercopodibus, segmentis cunctis superficie inermi. Segmenta abdominalia 1-7 latiora quam longa, inermia ; segmentum penultimum abdominis ceteris longius, longius quam latum, segmentum denique abdominis ultimum ceteris multo brevius, inter cercopodes parum prominens. Cercopodes ensiformes, apicem distalem versus sensim valdeque attenuati marginibus crenulatis, dense aequaliterque setosis, longitudinem segmentorum 3 abdominis posteriorum simul junctorum non attingentes.

Caput fronte rotundata, inermi. Antennae superiores perlongae, longitudinem dimidiam antennarum inferiorum duplo superantes. Antennae inferiores complanatae, dilatatae, sat longae, subquadrangulares, latitudine maxima longitudinem dimidiam non superante, angulo exteriore vel posteriore late rotundato, angulo vero interiore vel anteriore recto, inermi (fig. 5, *d*). Oculi pedunculati longitudinem dimidiam antennarum superiorum multo non attingentes, capitulo inermi.

Pedes omnes structura maris subsimili. Sacculus oviger fusiformis, apicem distalem versus attenuatus, apice sursum curvato, longitudinem segmentorum 5 anteriorum abdominis simul junctorum fere attingens (fig. 5, *c*).

Longitudo totalis a fronte usque ad apicem cercopodum 23 mm. ; longitudo trunci 10 mm. ; longitudo abdominis 10 mm ; longitudo cercopodum 3 mm. ; longitudo sacculi ovigeri 6 mm.

Patria : Sudan, Nioro, collegit D. F. de Zeltner anno 1908 mense octobris. Specimina aliquot masculina et unum femininum e collectione Musaei nat. hist. parisiensis examinavi.

La longueur des appendices frontaux présente, en quelque sorte, une forme de transition entre les sous-genres **Streptocephalus** s. str. et **Streptocephalopsis**.

L'espèce nous rappelle assez, par la structure de l'article apical des antennes inférieures du mâle, le **Streptocephalus lamellifer** ; notre espèce est caractérisée par la structure et la longueur de l'appendice frontal, ainsi que par la longueur notable de la branche (très mince) supérieure ou externe de l'article apical des antennes inférieures du mâle.

Il est fort curieux de constater que, parmi les exemplaires qui étaient à ma disposition, il y avait 16 mâles et une seule femelle. Si ce fait n'est point le résultat du hasard, les mâles semblent beaucoup plus nombreux dans cette espèce que les femelles, au contraire de ce que l'on peut observer dans les autres espèces du genre.

SUR LE RÔLE EXCRÉTEUR
DES CELLULES (NÉPHROCYTES)
QUI ÉLIMINENT LES LIQUIDES COLORÉS DES INJECTIONS PHYSIOLOGIQUES

Par L. BRUNTZ
CHARGÉ DE COURS A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE NANCY

La plupart des auteurs attribuent un rôle excréteur aux cellules closes qui capturent, pour les emmagasiner, les liquides colorés injectés dans la cavité générale ou le système circulatoire des animaux. Cependant, quelques-uns estiment que la méthode des injections physiologiques ne conduit pas indubitablement à la découverte des organes excréteurs. Ainsi Delage (1902) a trouvé abusif que l'on qualifie d'organe excréteur « des parenchymes dépourvus de canal excréteur et ne faisant pas partie d'une surface libre en les comparant à un rein d'accumulation ».

H. Jordan (1904) ne croit pas non plus la méthode propre à fournir des résultats intéressants au point de vue physiologique, si ce n'est quand elle est appliquée, comme l'a fait Kowalevsky, à des organes déjà connus pour être excréteurs.

Kollmann (1908) pense aussi que si des cellules éliminent le carmin ammoniacal, il n'est pas « absolument légitime » de conclure qu'elles sont excrétrices.

Pour de Beauchamp (1909), « il est certain que l'élimination et la fixation des substances comme le carmin et l'indigo, qui ne pénètrent en général pas les cellules somatiques et sont connues comme excrétées réellement par des organes rénaux indiscutables, est une forte présomption en faveur du rôle des cellules qui l'effectuent, mais ceci même n'est pas absolu ».

En présence de ces opinions, j'ai cru nécessaire de réunir, dans cette note, les divers faits qui, pour ma part, me semblent indiquer d'une façon définitive, le rôle joué par les cellules dénommées « néphrocytes ».

A mon avis, le rôle excréteur de ces éléments est démontré par :

1° *La nature de leurs produits d'inclusion ;*

2° *Leur mode de fonctionnement.*

I. — NATURE DES PRODUITS D'INCLUSION DES NÉPHROCYTES

1° Présence de corps concrétionnés et cristallisés dans les néphrocytes. — Les néphrocytes sont des cellules glandulaires dont le cytoplasme renferme des produits d'inclusion variables suivant les animaux considérés. Généralement, le corps cellulaire est rempli de boules de diverses tailles, incolores ou de coloration jaune brun. Quelquefois, il n'existe au sein du cytoplasme qu'une grosse vacuole pleine ; enfin rarement, et c'est sur ce fait que je veux insister, on y trouve des concrétions (Poulpe) ou même des corps cristallisés (Scorpion, Paludine). Or, on est déjà tenté d'attribuer un rôle excréteur à des cellules renfermant des concrétions et surtout des cristaux. On sait, en effet, que les corps cristallisant facilement sont généralement des corps de formule relativement simple, à poids moléculaire relativement peu élevé. Dans le cas particulier, les cristaux contenus dans les néphrocytes pourraient bien être des produits de désassimilation, corps beaucoup plus simples, à poids moléculaire bien moindre que les substances albuminoïdes dont ils procèdent.

Ainsi, dans quelques cas, *les néphrocytes renferment des produits concrétionnés ou cristallisés qu'on a une tendance naturelle à homologuer à des produits d'excrétion en les comparant, par exemple, aux cellules à urates bien connues chez les Insectes.*

2° Présence des produits d'excrétion dans les néphrocytes. — L'analyse chimique complète des produits contenus dans les néphrocytes trancherait définitivement la question de savoir si ces éléments sont véritablement excréteurs. Malheu-

reusement, ces analyses sont très difficiles à effectuer, d'abord parce qu'il est presque impossible de se procurer des matériaux d'étude en quantité suffisante, ensuite, parce qu'il n'existe pas de méthodes générales de séparation et d'analyse de ces corps organiques.

Cependant, on sait déjà que :

a. Letellier (1891) a découvert dans les néphrocytes des Mollusques (glandes de Keber du *Cardium edule* et glandes de Grobben du *Pecten maximus*), la présence d'acide hippurique et d'hippurate de soude.

b. Cuénot (1894) a montré de même que les néphrocytes des Crustacés décapodes renferment une substance très acide soluble dans l'eau et dans l'alcool, présentant ainsi les mêmes propriétés qu'un corps appartenant probablement à la série des acides carbopyridiques dont Marchal (1892) a reconnu l'élimination par les saccules des reins antennaires (glandes vertes).

c. En collaboration avec Cuénot et Gonet (1908), j'ai cherché à déterminer, chez le Poulpe, la nature chimique des substances renfermées dans les amas néphrocytaires formant les cœurs branchiaux. Si, faute de matériel, nous n'avons pu résoudre complètement le problème que nous nous étions posé, du moins, notre étude a été poussée assez loin pour nous permettre d'affirmer que les néphrocytes considérés renferment des sels ammoniacaux et des corps xanthiques, c'est-à-dire de véritables produits d'excrétion.

En résumé, le petit nombre de recherches entreprises dans ce sens ont déjà démontré, dans certains néphrocytes, *la présence de produits d'excrétion authentiques : acide hippurique, sels ammoniacaux, corps xanthiques.*

3° Présence de corps toxiques dans les néphrocytes. — On sait que les liquides d'excrétion (l'urine par exemple) jouissent toujours d'un pouvoir toxique normal qui, dans certains cas pathologiques, peut augmenter d'une façon plus ou moins considérable. J'ai recherché si les produits contenus dans les néphrocytes branchiaux de l'Écrevisse étaient aussi toxiques. Pour cela, j'ai préparé un extrait faiblement alcalin des glandes néphrocytaires en utilisant comme dissolvant une

solution aqueuse sodique faible (sensiblement $\frac{N}{100}$, c'est-à-dire renfermant environ 0 gr. 0004 de soude caustique par centimètre cube). Cette solution jouit de la propriété, comme nous avons pu le constater au microscope, de dissoudre les boules accumulées dans les néphrocytes en laissant inattaqués les cellules épithéliales des branchies et même les amibocytes.

La solution sodique que nous avons employée est facilement supportée par de grosses Écrevisses très vigoureuses auxquelles on peut facilement en injecter 2 centimètres cubes et quelquefois plus, à la condition de pousser lentement les injections.

Pour préparer l'extrait, je saigne, par exemple, six Écrevisses, en leur coupant tous les appendices, de telle sorte que les branchies soient, autant que possible, vidées du sang qu'elles contenaient. Les branchies sont ensuite arrachées, lavées rapidement à l'eau salée physiologique, puis à l'eau distillée et coupées en très petits morceaux que je laisse macérer dans 12 centimètres cubes de la solution sodique. La macération s'effectue à l'aide de glace fondante, à la température de 0° afin d'éviter les fermentations ; elle dure 12 heures. De temps à autre, à l'aide d'un agitateur, on remue le liquide de macération en triturant les petits morceaux de branchies. Après filtration et expression, on obtient une solution opalescente prête à être injectée et contenant, par 2 centimètres cubes, les produits extraits des néphrocytes d'une Écrevisse. J'ai constaté que l'injection de $\frac{3}{5}$ de centimètre cube à 1 centimètre cube de cet extrait suffisait pour entraîner la mort d'une Écrevisse qui succombe dans la même journée, après avoir présenté des phénomènes de stupeur. En effet, quelques minutes après l'injection, l'Écrevisse ne réagit plus à l'excitation, elle ne pince pas, elle ne se déplace pas ; couchée sur le dos, elle ne se retourne plus. Les animaux témoins, autant que possible de même taille, auxquels j'injectais des quantités égales de solution sodique, après être restés quelque temps immobiles, ne se ressentaient pas de l'injection. Ainsi, *la toxicité relativement grande des produits d'extraction des néphrocytes de l'Écrevisse est démontrée.*

II. — MODE DE FONCTIONNEMENT DES NÉPHROCYTES

1° Les néphrocytes fonctionnent comme les reins ouverts. — Divers faits le prouvent :

a. L'expérience démontre que si l'on injecte un liquide coloré dans la cavité générale ou l'appareil circulatoire d'un animal, il demeure bien portant si le produit s'élimine, il tombe malade et succombe dans le cas contraire. Le fait peut être facilement constaté et suivi sur des animaux transparents (*Palemonetes*). On peut alors remarquer que si la quantité de réactif injecté est excessivement petite, les reins ouverts peuvent suffire à l'éliminer, seuls alors ils se colorent. Mais si la quantité de liquide est plus considérable, les reins ouverts en excrètent une grande partie pendant que l'autre est accaparée par les néphrocytes. Dans ce cas, reins ouverts et cellules closes concourent donc simultanément à débarrasser l'organisme du produit étranger. Si la quantité de colorant injecté a été assez forte pour mettre la vie de l'animal en danger, c'est seulement lorsque tout le réactif a été soutiré du sang par les reins ouverts et par les néphrocytes que l'animal recouvre son état de santé habituel.

b. Lorsque, chez certains animaux, le même réactif s'élimine à la fois par les cellules des reins ouverts et par des néphrocytes, dans les deux cas, les images cytologiques fournies par les deux sortes d'éléments fonctionnels sont semblables et montrent le liquide coloré fixé soit dans les vacuoles, soit sur des boules ou des grains de sécrétion.

c. En étudiant la manière de se comporter des divers groupes de la série vis-à-vis des injections physiologiques, on est frappé d'un fait général mentionné pour la première fois par Kowalevsky (1889) : dans chaque groupe, il existe des cellules éliminant, les unes le carmin ammoniacal (reins acides de Kowalevsky), les autres une solution de carmin d'indigo (reins alcalins). Mais alors que, dans certains groupes, ces colorants sont éliminés par les cellules des reins ouverts, dans d'autres, ils sont éliminés par des cellules closes ou néphrocytes. Par exemple, chez les Insectes, les tubes de Malpighi (reins ouverts) éliminent le carmin d'indigo, les cellules péri-

cardiales (reins fermés) éliminent le carmin ammoniacal. Au contraire, chez les Annélides, les néphridies (reins ouverts) éliminent le carmin ammoniacal, les cellules chloragogènes (reins fermés) éliminent le carmin d'indigo.

Si l'on ne conteste pas la qualité d'organes excréteurs aux reins ouverts (tubes de Malpighi et néphridies), on doit logiquement attribuer le même rôle aux cellules closes ou néphrocytes (cellules péricardiales et cellules chloragogènes) qui fonctionnent pareillement.

d. Comme nous l'avons vu plus haut, l'analyse chimique a déjà permis de reconnaître que dans les néphrocytes des Crustacés décapodes, il existe une substance analogue à un corps éliminé par les reins ouverts. L'analyse cytologique m'a conduit à la découverte d'un fait analogue. En effet, chez les Thysanoures (1908), j'ai reconnu l'homologie qui existe entre les granulations des néphrocytes et celles des cellules des saccules des reins labiaux (reins ouverts). D'abord, ces granulations se comportent de la même manière vis-à-vis des différents réactifs de coloration et, comme nous le savons, vis-à-vis du carmin ammoniacal injecté. De plus, lorsque anormalement les granulations, habituellement incolores ou peu colorées, sont d'une couleur brune très marquée, les granulations des cellules des saccules présentent le même aspect. *Les néphrocytes emmagasinent donc bien et fabriquent peut-être des produits complètement analogues à ceux que les cellules rénales éliminent, puisque, chez un même Insecte, ces produits présentent, non seulement les mêmes réactions, mais aussi les mêmes variations.*

2° Les néphrocytes peuvent suppléer les reins ouverts. — J'ai montré (1907) que si l'on injecte du carmin ammoniacal à des Têtards, ce produit est éliminé en grande partie par les reins (pronéphros et mésonéphros) et par les cellules endothéliales (Sternzellen ou mieux néphrophagocytes) des capillaires sanguins du foie, et en petite quantité par les cellules endothéliales (néphrocytes) des canaux lymphatiques et des capillaires sanguins rénaux. Alors que normalement, après une injection de carmin ammoniacal, les reins et les cellules des capillaires hépatiques sont toujours colorés en rouge vif, signe d'une élimination active, les cellules des canaux lymphatiques et des

capillaires rénaux se présentent seulement avec une teinte rose pâle, indice d'une élimination moindre. Or, chez un Têtard dont les mésonéphros étaient peu développés, les pronéphros n'ayant accidentellement éliminé qu'une très faible quantité de réactif, les cellules endothéliales des canaux lymphatiques étaient colorées en rouge vif. Dans ce cas, *les néphrocytes avaient donc suppléé à la fonction sécrétrice des reins ouverts et éliminé le carmin ammoniacal que ceux-ci n'avaient pas excrété.*

3° Certains néphrocytes sont aussi phagocytaires. — A mon avis, la présence de néphrophagocytes dans certains groupes (Crustacés, Vertébrés) aide encore à concevoir le rôle excréteur des néphrocytes, car s'il existe indiscutablement des cellules phagocytaires, c'est-à-dire des cellules capables de retirer du milieu où elles se trouvent les particules solides, pourquoi n'existerait-il pas des cellules susceptibles d'extraire du sang les liquides étrangers qu'il renferme? En un mot, *pourquoi le même mode de défense de l'organisme ne se manifesterait-il pas de la même façon pour les substances liquides comme pour les particules solides*?

La présence de cellules capables de capturer les produits figurés et d'éliminer à la fois les liquides injectés semble bien démontrer que des éléments purement excréteurs peuvent exister puisque les néphrophagocytes établissent une transition entre les cellules purement phagocytaires et les cellules simplement excrétrices.

Besredka (1899), le premier, avait été conduit à conclure « qu'il existe, à l'égard des substances toxiques solubles, une phagocytose ayant exactement le même caractère que pour les microbes ou poisons insolubles ».

III. — CONSIDÉRATIONS TIRÉES DE LA PATHOLOGIE

Enfin diverses considérations tirées de la pathologie incitent à faire admettre l'existence de néphrocytes ou de néphrophagocytes, car certaines manifestations morbides, demeurées jusqu'alors inexpliquées, reçoivent, si l'on est certain de la

présence de ces éléments, une interprétation facile. L'étude de ces questions, qui ne saurait figurer dans ces Annales, fera le sujet d'un prochain travail.

En résumé, un faisceau de preuves et d'arguments plaide en faveur du rôle excréteur des cellules appelées néphrocytes car :

1° *elles renferment quelquefois des produits concrétionnés et même des cristaux ;*

2° *dans certaines, on a pu mettre en évidence la présence de véritables produits d'excrétion : acide hippurique, sels ammoniacaux et corps xanthiques;*

3° *leur contenu est toxique comme le sont les liquides urinaires;*

4° *elles fonctionnent comme les cellules des reins ouverts, ainsi que le démontrent les analyses chimiques et cytologiques;*

5° *elles peuvent remplacer physiologiquement les cellules des reins lorsque anormalement celles-ci ne fonctionnent pas ;*

6° *elles sont capables de contribuer à la défense de l'organisme en éliminant les liquides injectés comme certains phagocytes et néphrophagocytes capturent les particules solides introduites dans le corps d'un animal;*

7° *elles expliquent par leur présence diverses manifestations morbides.*

REMARQUES SUR LES CRITIQUES FORMULÉES CONTRE LA MÉTHODE DES INJECTIONS PHYSIOLOGIQUES

Si, à la suite d'injections physiologiques de liquides colorés, des cellules ou leurs inclusions se sont colorées, cela veut-il dire qu'elles soient réellement excrétrices, et que dans aucun cas, les résultats obtenus par cette précieuse méthode d'investigation doivent être acceptés sans critique? Non, car dans l'interprétation des faits, les causes d'erreur sont nombreuses. Ces causes d'erreur ont déjà été signalées par Cuénot (1900) et moi (1903). Mais je désire à nouveau attirer l'attention sur les deux suivantes :

1° Existence de colorations diffuses. — En injectant un liquide coloré dans la cavité générale ou l'appareil circulatoire d'un animal, on colore souvent d'une manière diffuse des formations spéciales, éléments cellulaires ou non. Par exemple, le carmin ammoniacal, que j'ai souvent employé, colore très électivement la substance fondamentale du cartilage, le chorion des œufs et certaines fibres conjonctives. Il est évident que, dans ces cas, la substance colorante n'a pas été excrétée, car il s'agit là, non pas d'une élimination du réactif par un processus glandulaire relativement lent, analogue à celui employé par les cellules des reins ouverts, mais au contraire d'un simple phénomène de teinture résultant, comme la plupart de ces phénomènes, de la précipitation de granules colloïdaux. La même explication peut être apportée aux colorations diffuses quoique électives fournies par la garance qui se fixe aussi sur la substance fondamentale des os, le bleu de méthylène qui colore les fibres nerveuses, etc.

2° Coloration brusque de granules intracellulaires. — Les détracteurs de la méthode des injections physiologiques ont objecté que certains corps, le bleu de méthylène et surtout le rouge neutre, mis en présence d'éléments cellulaires frais, coloraient de nombreuses granulations intracytoplasmiques sans qu'on puisse dire qu'il s'agit d'excrétion. C'est vrai, car de telles colorations sont brutales, instantanées ; ce sont, comme dans le cas précédent, de simples phénomènes de teinture qui s'exercent par le même mécanisme, mais d'une manière plus élective, en colorant non plus le cytoplasme, mais des produits inclus.

Or, je crois que ces colorations ne sont possibles qu'après la mort des cellules renfermant les granulations qui se sont teintées. On conçoit fort bien que des cellules mortes ou malades ne se défendent plus ou se défendent mal et se laissent pénétrer par une couleur pouvant aller se fixer sur certaines inclusions en les teignant. Les cellules vivantes, à moins qu'elles ne soient excrétrices, se défendent au contraire contre la pénétration des couleurs, ainsi que contre toute substance nuisible ou même inutile. Si les cellules sont excrétrices, on est bien obligé d'admettre que vivantes, ces cellules

peuvent soutirer du milieu toutes les substances liquides quelles qu'elles soient, puisque c'est précisément leur fonction d'en débarrasser l'organisme.

Il est difficile de savoir si les cellules qui possèdent des inclusions brusquement colorées au contact d'un réactif sont bien réellement vivantes ou non. Il est vrai que les cellules mortes présentent un corps nucléaire qui se colore par le bleu de méthylène et le rouge neutre. Or, si l'on emploie une grande quantité de colorant, le noyau l'absorbe ainsi que les granules, donc les cellules sont mortes. Mais si l'on utilise, comme on le fait généralement, un réactif dilué, les granulations se colorent encore fortement, les noyaux se teintent à peine ou pas du tout. La cellule n'en est pas moins morte ou malade, car si le noyau n'est pas coloré, c'est que la petite quantité de réactif employé s'est portée de préférence sur les granulations par suite d'une électivité spéciale due, semble-t-il, à la charge électrique des particules colloïdes qui les constituent.

Il est du reste remarquable de constater que les principales couleurs employées pour fournir des « colorations vitales » sont précisément des poisons. Certes (1881), le premier, a attiré l'attention sur la toxicité de la cyanine vis-à-vis des Infusoires. Ces derniers, vivant dans l'eau colorée par ce corps, présentent des mouvements ralentis pendant que les vacuoles contractiles cessent de fonctionner régulièrement et atteignent des dimensions anormales indiquant ainsi une vitalité profondément troublée.

G. Pouchet (1904) fait aussi du bleu de méthylène un médicament actif employé pour combattre quelquefois avec succès l'agent du paludisme.

On connaît également les propriétés antiseptiques, plus ou moins utilisées par les chirurgiens, de certains colorants : le bleu de méthylène, le violet de méthyle, la fuchsine, le vert malachite, etc... Quant au rouge neutre, c'est aussi probablement un poison. Gravellat (1907) le range, à cause de ses propriétés physiologiques, dans le groupe des colorants actifs, à côté du violet de méthyle et de l'éosine. Or, les propriétés toxiques de cette dernière substance ont été parfaitement mises en évidence par Legoff et Sainton (1898).

En résumé, après des expériences d'injections physiologiques de liquides colorés, le rôle excréteur de cellules glandulaires closes ne sera accepté que si :

1° *le colorant a été fixé électivement soit dans les vacuoles, soit sur des boules ou des grains de sécrétion;*

2° *les cellules colorées sont demeurées bien vivantes chez des individus parfaitement sains*;

3° *les phénomènes de fixation des colorants, quoique rapides dans certains cas, ne se sont pas produits instantanément. C'est là l'indice d'un véritable processus glandulaire.*

Pour éviter encore toute cause d'erreur, les procédés de contrôle les plus recommandables sont : l'analyse chimique des produits d'inclusion des cellules closes, ou tout au moins l'essai de leur toxicité.

Laboratoire d'Histoire naturelle, le 3 novembre 1910.

AUTEURS CITÉS

1909. Beauchamp (P. de). Les colorations vitales. (*L'Année biologique*, 11e année, p. 16.)
1899. Besredka. Du rôle des leucocytes dans l'intoxication par un composé arsenical soluble. (*Ann. de l'Inst. Pasteur*, t. 13, p. 209.)
1903. Bruntz (L.). Contribution à l'étude de l'excrétion chez les Arthropodes. (*Archiv. de Biolog.*, t. 20, p. 217.)
1907. — Le rôle glandulaire des endothéliums des canaux lymphatiques et des capillaires sanguins rénaux chez des larves de Batraciens anoures. (*Archiv. de Zool. exp.* Notes et revue, t. 7, p. 111.)
1908. — Les reins labiaux et les glandes céphaliques des Thysanoures. (*Archiv. de Zool. exp.*, t. 9, p. 195.)
1881. Certes (A.). Note sur un procédé de coloration des organismes microscopiques vivants. (*Bull. de la Soc. zool. de France*, t. 6, p. 21.)
1894. Cuénot (L.). Études physiologiques sur les Crustacés décapodes. (*Archiv. de Biol.*, t. 13, p. 245.)
1900. — L'excrétion chez les Mollusques. (*Archiv. de Biol.*, t. 41, p. 49.)
1908. Cuénot (L.), Gonet (L.) et Bruntz (L.). Recherches chimiques sur les cœurs branchiaux des Céphalopodes. Démonstration du rôle excréteur des cellules qui éliminent le carmin ammoniacal des injections physiologiques. (*Archiv. de Zool. exp.*, Notes et revue, t. 9, p. 49.)

1902. Delage (Y.). Observations à propos de la méthode des injections physiologiques. (*C. R. de l'Acad. des sciences*, t. 135, p. 936.)

1907. Gravellat (M.). Contribution à l'étude de l'action physiologique de quelques matières colorantes et de leur élimination urinaire. (*Thèse de médecine*, Bordeaux.)

1904. Jordan (H.). Zur Frage nach der excretiven Function der Mitteldarmdrüse « Leber » bei *Astacus fluviatilis*. (*Archiv. ges. Physiol.*, t. 105, p. 265.)

1908. Kollmann (M.). Recherches sur les leucocytes et le tissu lymphoïde des Invertébrés. (*Thèse de sciences*, Paris.)

1889. Kowalevsky (A.). Beitrag zur Kentniss der Excretionsorgane. (*Biol. Cent.* t. 9, p. 33.)

1898. Legoff (J.) et Sainton (P.). Recherches expérimentales sur l'éosine. (*Progrès médical*, t. 7, p. 51.)

1891. Letellier (A.). La fonction urinaire s'exerce chez les Mollusques acéphales par l'organe de Bojanus et par les glandes de Keber et de Grobben. (*C. R. de l'Acad. des sciences*, t. 112, p. 56.)

1892. Marchal (P.). Recherches anatomiques et physiologiques sur l'appareil excréteur des Crustacés décapodes. (*Archiv. de Zool. exp.*, t. 10, p. 57.)

1904. Pouchet (G.). Leçons de pharmacodynamie et de matière médicale. (4e et 5e séries, Paris.)



Face ventrale



Face dorsale

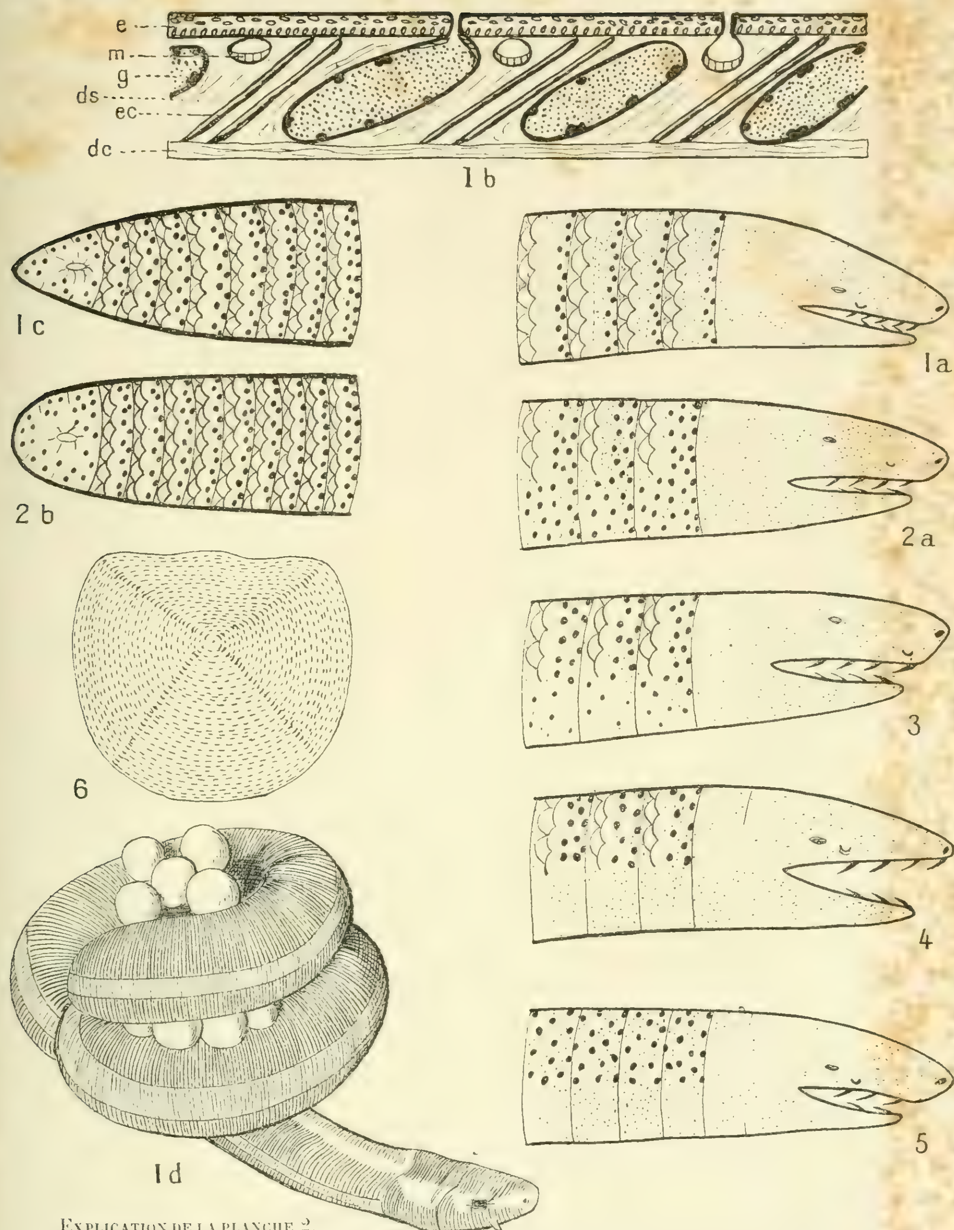


Morphologie interne

MONSTRE HUMAIN ACÉPHALE.

Masson & Cie, Éditeurs.

Phototypie Berthaud, Paris

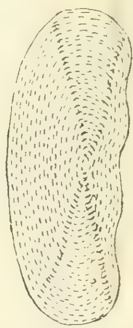


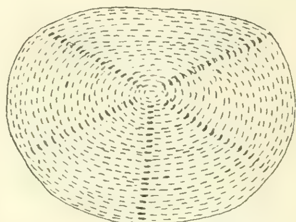
Explication de la planche 2.

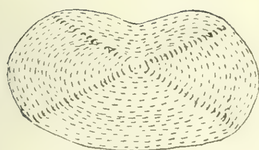
Fig. 1. *a d. Ichthyophis glutinosus*, Gray : *a*, Schéma de la répartition des glandes et des écailles sur la région antérieure et moyenne du corps; *c*, schéma de la répartition des glandes et des écailles sur la région postérieure du corps; *d*, animal entier (d'après P. et F. Sarasin); *b*, coupe schématique longitudinale et verticale de la peau chez un jeune sujet; (*e*, épiderme; *ds* et *dc* derme; *ec*, écailles; *m*, glandes muqueuses; *g*, glandes granuleuses). — Fig. 2. *a*, *b*. *Hypogeophis rostratus*, Gray : Schémas de la disposition relative des glandes et des écailles; *a*, sur les régions antérieure et moyenne; *b*, sur la région postérieure du corps. — Fig. 3. *Cœcilia tentaculata*, Gray. — Fig. 4. *Dermophis thomensis*, Bocage : Schéma de la disposition relative des glandes et des écailles sur les régions antérieure et moyenne du corps. — Fig. 5. *Siphonops annulatus* (Cuv.), Gray : Schéma de la disposition relative des glandes et des écailles sur les régions antérieure et moyenne du corps. — Fig. 6. Écaille de la région postérieure du corps de *Cœcilia tentaculata*.

Mme *Phisalix.*











EXPLICATION DE LA PLANCHE 3.

Fig. 6 *a*. Écaille de *Cæcilia tentaculata*, dans la région moyenne du corps. — Fig. 6 *b*. Écaille d'*Herpele squalostoma*, dans la région moyenne du corps. — Fig. 6. *c*. Écaille d'*Ureotyphlus oxyurus*, dans la région moyenne du corps. — Fig. 7. *Pipa americana*, Günth : Lignes glandulaires dorsales. — Fig. 8. *Leptobatrachium Fee*, Günth. : Lignes glandulaires dorsales (grandeur naturelle). — Fig. 9. *Ceratophrys cornuta*, Schleg. : Lignes glandulaires dorsales (grandeur naturelle).

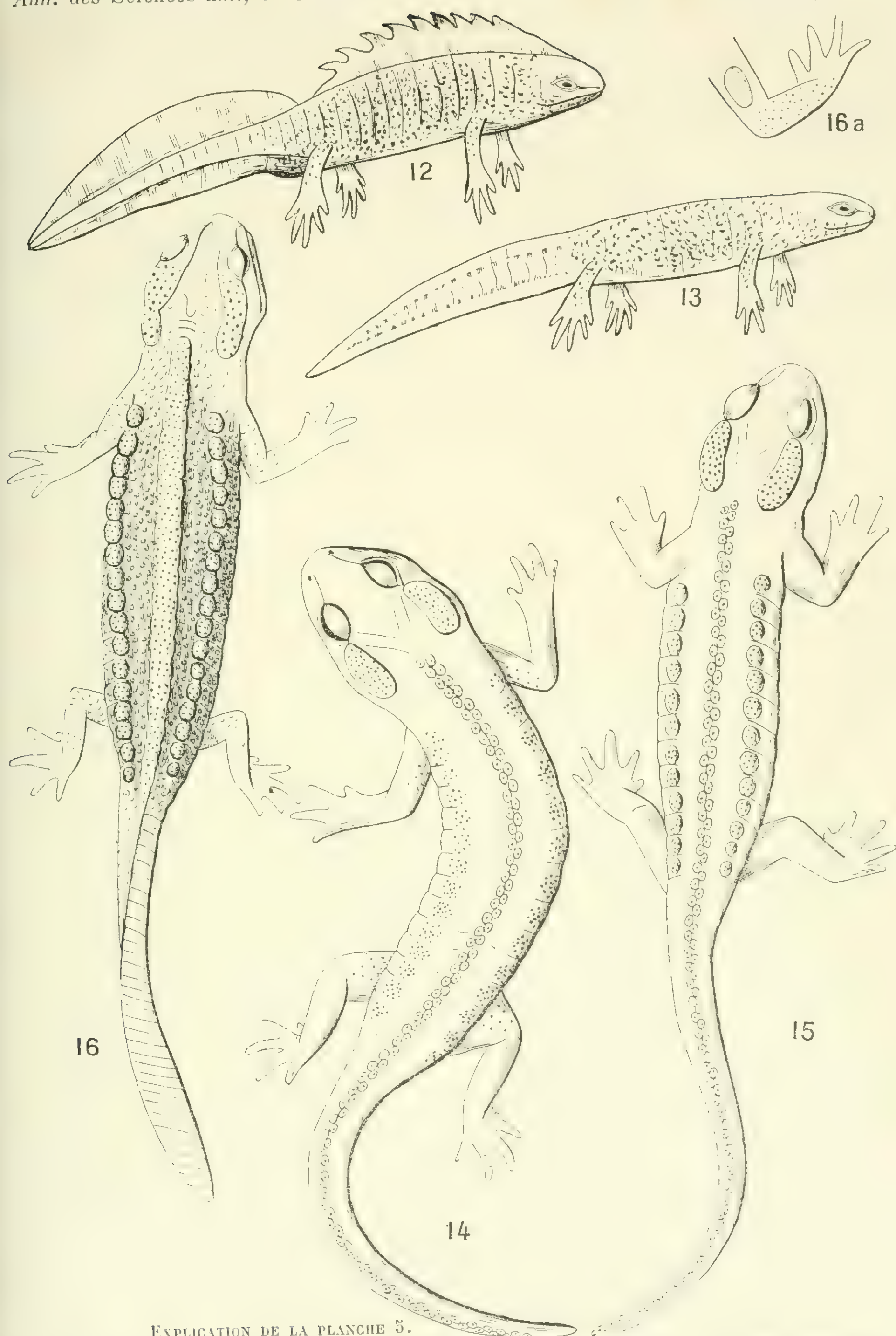
Mme Phisalix.



EXPLICATION DE LA PLANCHE 4.

Fig. 10. *Otolyphus margaritifer* ou *Bufo typhonius*, Günth. : Lignes glandulaires dorsales (grandeur naturelle). — Fig. 11 *a*. *Trichobatrachus robustus*, Boulang. : Poils glandulaires. — Fig. 11. *b*. Schéma de la peau et d'un poil de *Trichobatrachus*.

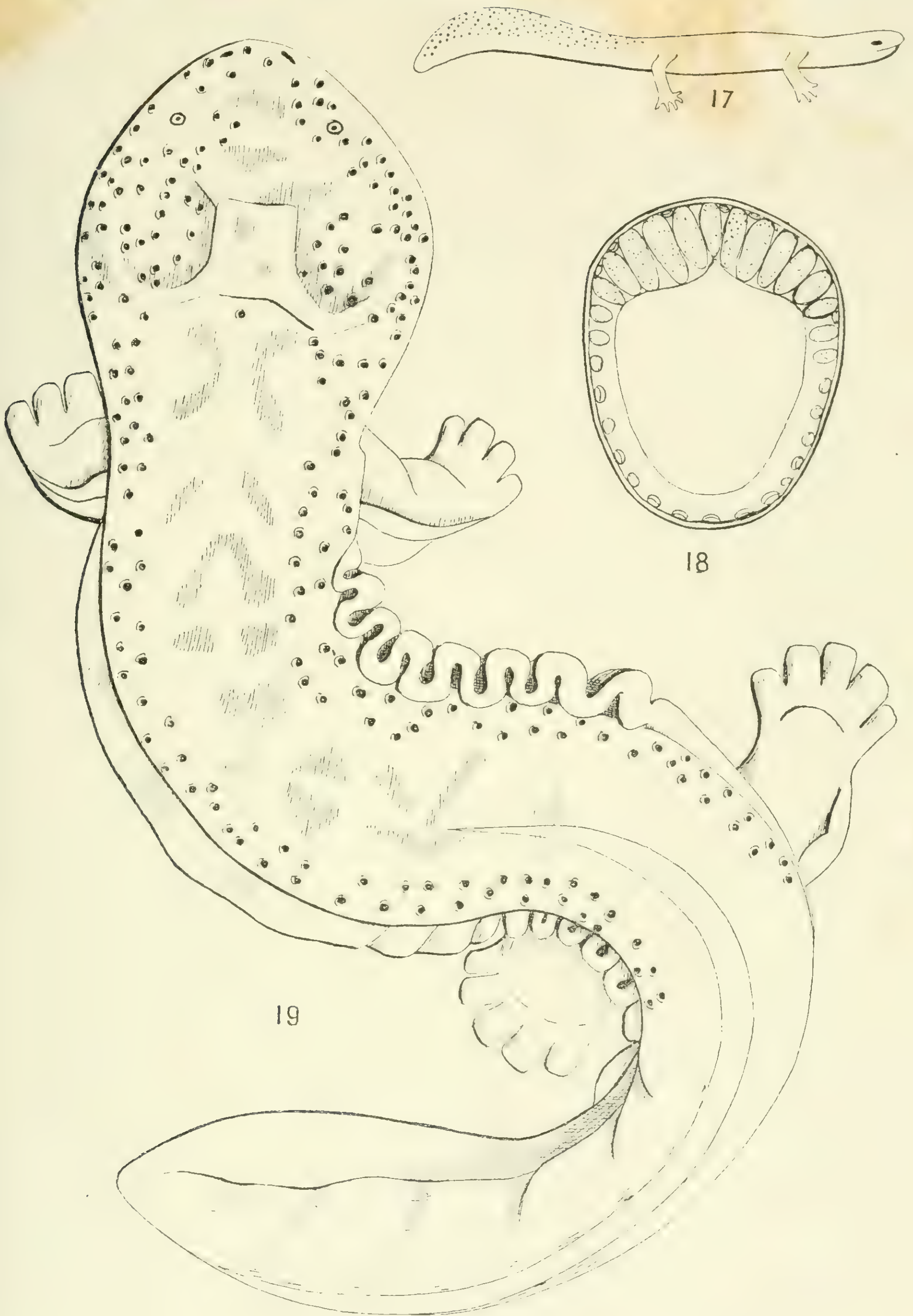
Mme Phisalix.



EXPLICATION DE LA PLANCHE 5.

Fig. 12 et 13. *Molge cristata*, Gray : Mâle et femelle en livrée aquatique. — Fig. 14. *Salamandra maculosa*, Gray : Ligne glandulaire médiane dorso-caudale, groupes glandulaires dorso-latéraux et parotoïdes. — Fig. 15. *Salamandra atra*, Gray : Ligne glandulaire médiane dorso-caudale, tubercules pustuleux dorso-latéraux, parotoïdes. — Fig. 16. *Tylotriton verrucosus*, Anders : Massif glandulaire médian dorso-caudal, tubercules pustuleux dorso-latéraux, parotoïdes. — Fig. 16 *a*. *Pelobates Cultripes*, Günth. : Glande brachiale.

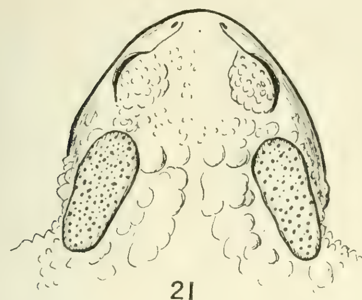
Mme Phisalix.

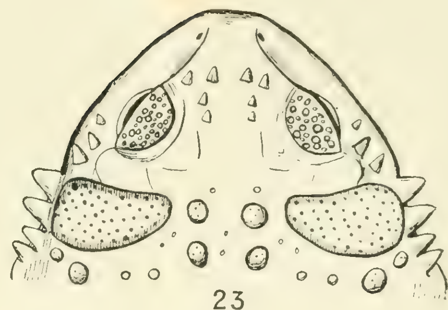


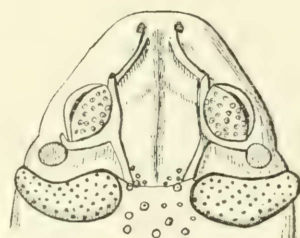
Explication de la planche 6.

Fig. 17. *Plethodon oregonensis*, Cope (d'après Marian et Hubbard) : Glandes à groupement caudal. — Fig. 18. Coupe transversale à travers la base de la queue chez le *Plethodon oregonensis*. La région supérieure montre le grand développement des glandes granuleuses. — Fig. 19. *Megalobatrachus robustus*, Tschudi : Verrues et replis cutanés latéraux.

Mme Phisalix.





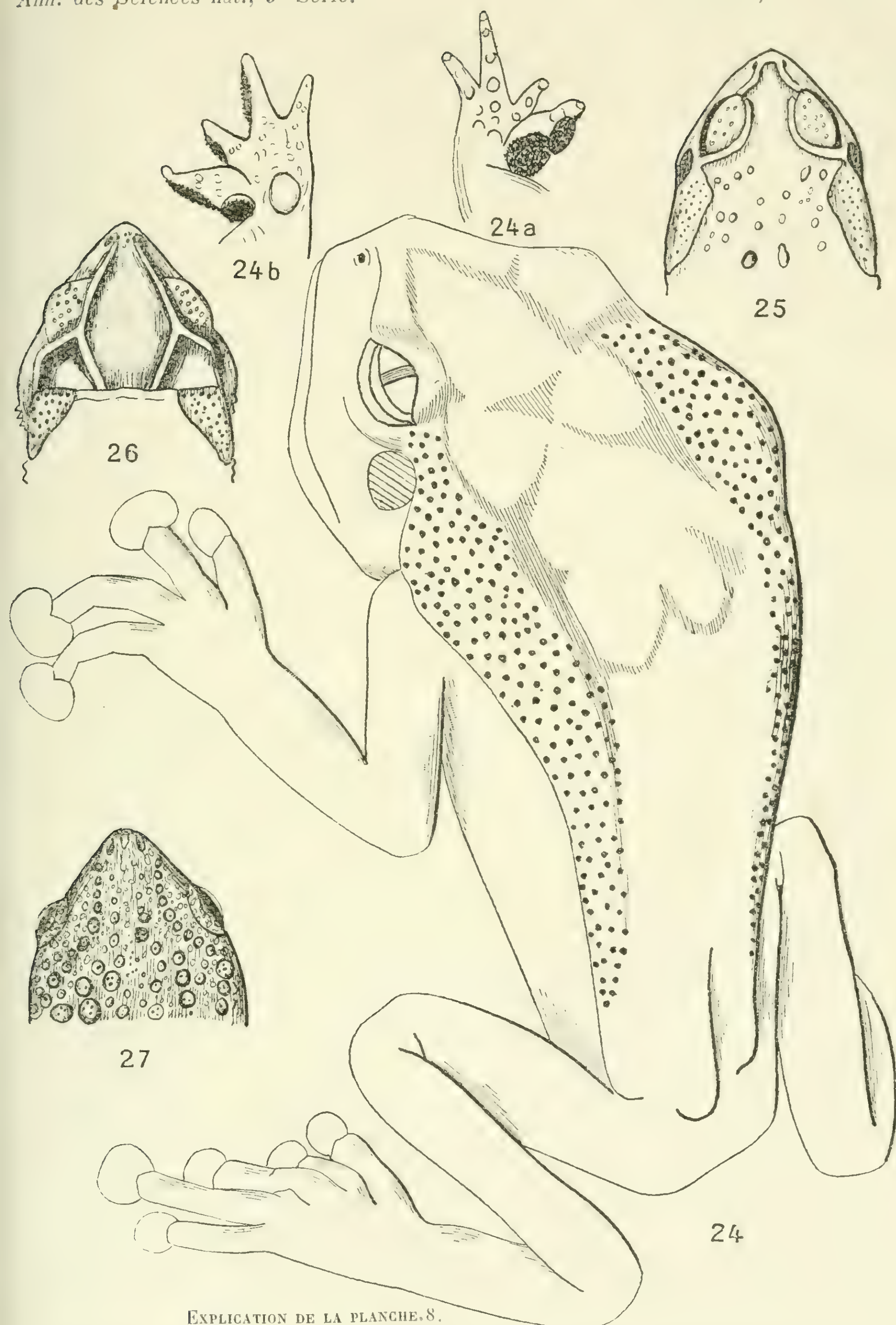


20

Explication de la planche 7.

Fig. 20. *Bufo agua*, Günth. : Parotoïdes et tubercules pustuleux dorsaux. — Fig. 21. *Bufo bufo*, Günth. : Parotoïdes à grand axe longitudinal. — Fig. 22. *Bufo peltocephalus*, Günth. : Parotoïdes à grand axe transversal (d'après Boulenger). — Fig. 23. *Bufo asper*, Günth. : Parotoïdes à grand axe transversal (d'après Boulenger).

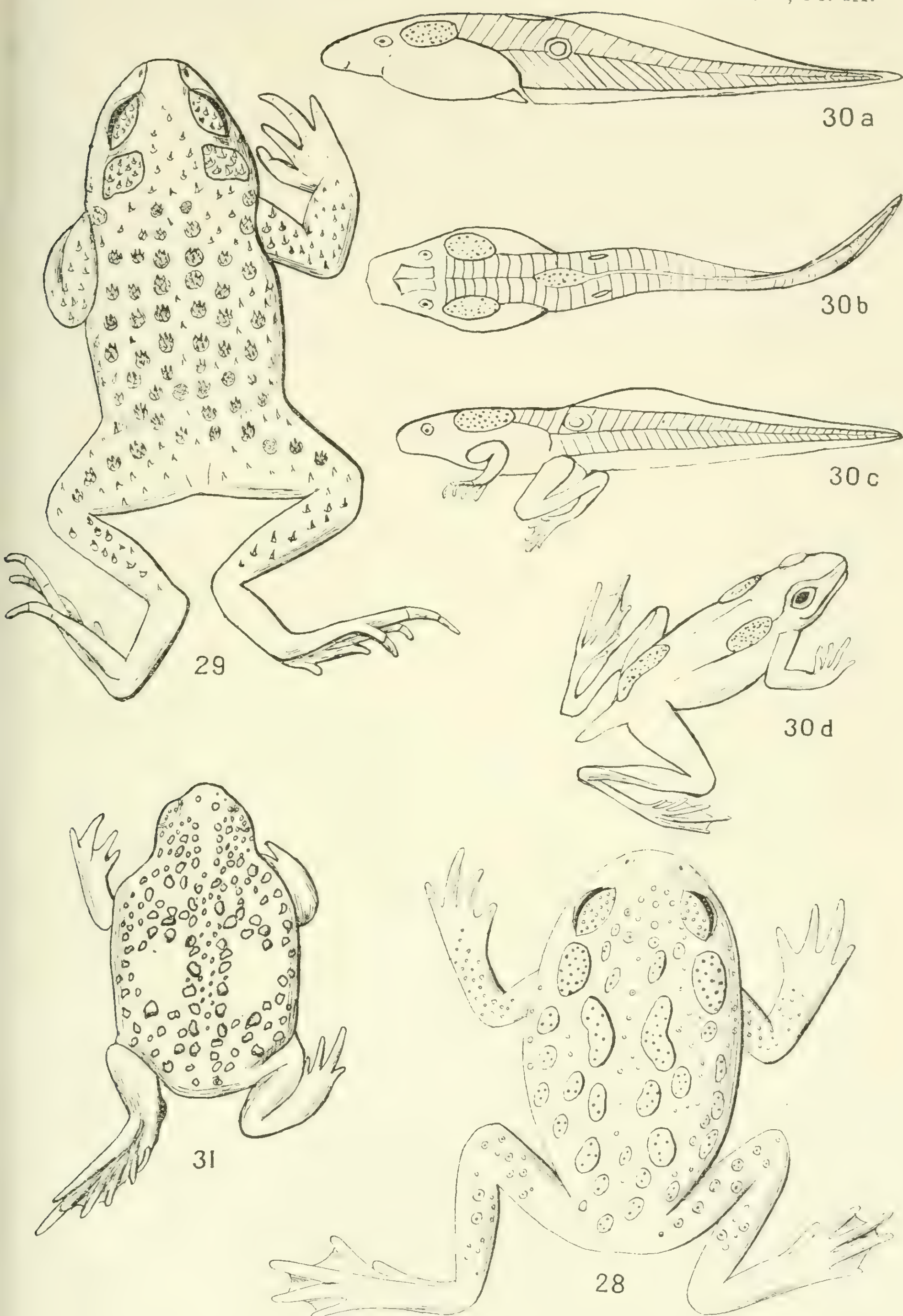
Mme Phisalix.



EXPLICATION DE LA PLANCHE 8.

Fig. 24. *Phyllomedusa bicolor*, Günth. : Parotoïde prolongée en arrière. — Fig. 24 *a*. *Rana temporaria*, mâle : Excroissances nuptiales de la patte antérieure (d'après Boulenger). — Fig. 24 *b*. *Bufo vulgaris*, mâle : Excroissances nuptiales de la patte antérieure (d'après Boulenger). — Fig. 25. *Bufo arenarum*, Hensel : Parotoïdes triangulaires (d'après Boulenger). — Fig. 26. *Bufo Walliceps*, Günth. : Parotoïdes (d'après Boulenger). — Fig. 27. *Nectes subasper*, Tschudi : Tubercules pustuleux de la face supérieure de la tête (d'après Boulenger).

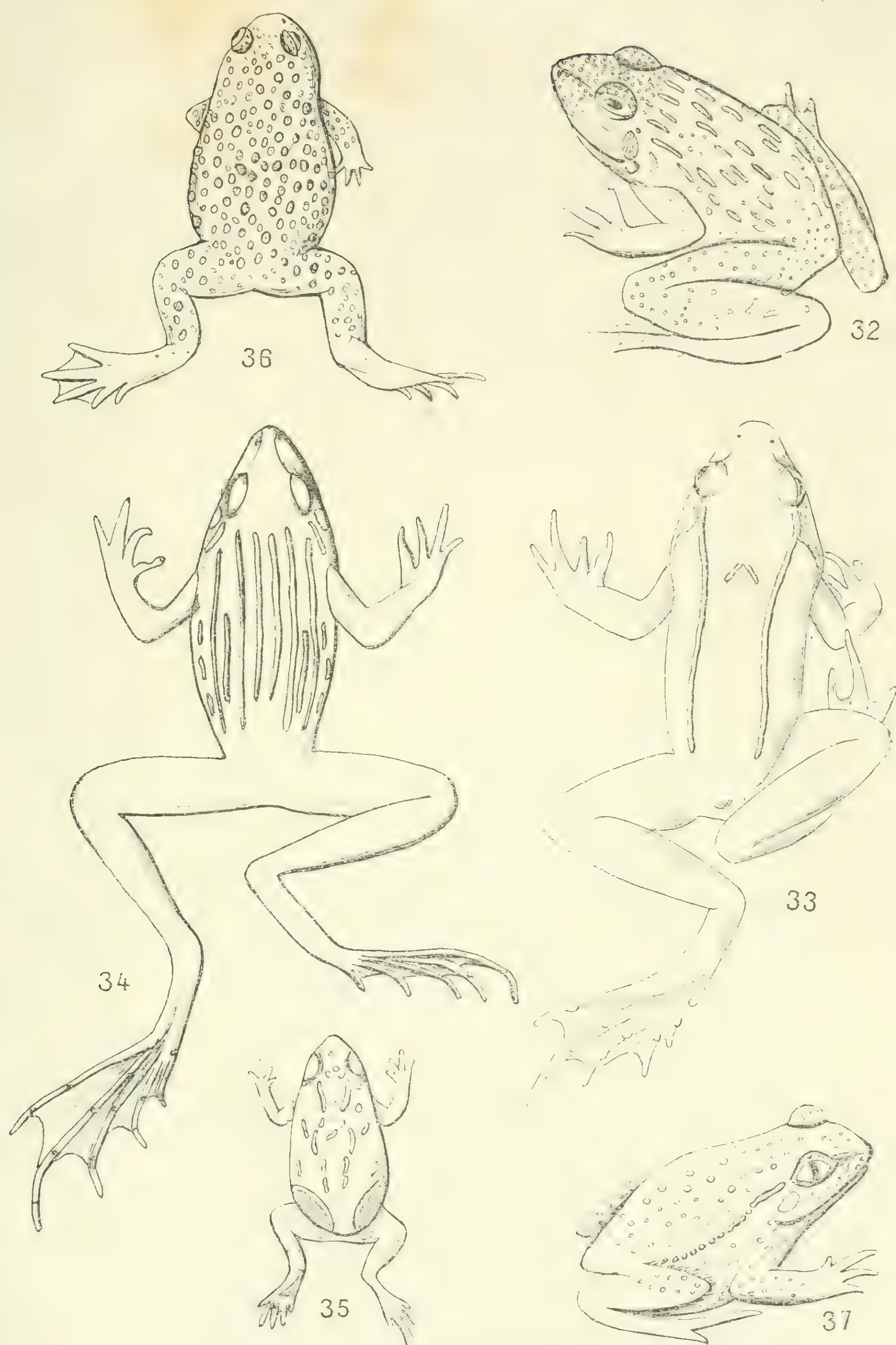
Mme Phisalix.



Explication de la planche 9.

Fig. 28. *Bombinator maximus*, Merrem : Parotoïdes et tubercules pustuleux dorsaux. — Fig. 29. *Anaxyrurus melancholicus*, Tschudi : Parotoïdes et tubercules pustuleux dorsaux. — Fig. 30 *a, b, c, d*. *Rana alticola*, Jerdon : Larves et jeunes, avec parotoïdes, en régression chez les jeunes (d'après Boulenger). — Fig. 31. *Notaden Benetti*, Günth. : Tubercules pustuleux irréguliers de la face dorsale (d'après Boulenger).

Mme Phisalix.



EXPLICATION DE LA PLANCHE 10.

Fig. 32. *Rana verrucosa*, Günth. : Plicatures ovalaires glandulaires du dos. — Fig. 33. *Rana temporaria*, Linn : Plis glandulaires dorsaux. — Fig. 34. *Rana madagascariensis*, Günth. : Plis glandulaires dorsaux. — Fig. 35. *Pseudrophynus güntherii*, Günth. : Plis glandulaires dorsaux (d'après Boulenger). — Fig. 36. *Bombinator pachypus*, Günth. : Tubercules pustuleux dorsaux (d'après Boulenger). — Fig. 37. *Alytes obstetricans*, Günth. : Ligne glandulaire dorso-latérale.

Mme *Phisalix.*

